Conseil national de recherches Canada
National Research Council Canada

Division de l'énergie
Division of Energy

Programme d'énergie de la tourbe
Peat Energy Program

Les actes du Symposium sur la tourbe et les tourbières

Shippagan (N. - B.), 12-15 septembre 1982

Janvier 1985

86-04315

Le présent rapport constitue un résumé des travaux effectués à contrat par la Division de l'énergie, Conseil national de recherches du Canada (CNRC). Sa publication est conforme à la politique du CNRC qui est de diffuser l'information disponible sur la recherche et le développement énergétiques auprès de tous les groupes intéressés. Son contenu n'exprime pas nécessairement les opinions ou politiques du Conseil national de recherches du Canada et la mention de marques ou produits commerciaux ne doit pas être considérée comme une approbation ou une recommandation d'utilisation. De plus, aucune garantie ni représentation ne peut être faite quant à l'exactitude ou à l'intégralité du contenu du rapport, qui a été reproduit à partir d'une copie prête à l'impression préparée par le sous-traitant.

Traduit par Centre Universitaire de Shippagan, Shippagan (N.-B.).

Ce rapport est publié sous les auspices du Forum de la tourbe.

Copyright 1985 par
Conseil national de recherches du Canada

De courtes citations et la reproduction de figures et tableaux du présent rapport sont autorisées sous réserve que la source en soit clairement mentionnée.

Des exemplaires du rapport et d'autres publications de la Division de l'énergie peuvent être obtenus par courrier sur le paiement d'avance des droits requis (règlement par mandat de banque, mandat-exprès, mandat-poste ou chèque payables au Receveur général du Canada, crédit du CNRC) à l'adresse suivante:

Bureau de vente et diffusion des publications
Conseil national de recherches du Canada
Ottawa (Ontario)
K1A 0S6

Prix unitaire : $45.00

This report summarizes work carried out under contract to the Division of Energy, National Research Council of Canada. It has been published in accordance with the policy of the National Research Council of Canada of making information on energy research and development available to all interested groups. Publication by the National Research Council of Canada does not signify that the contents necessarily reflect the views or policies of the National Research Council of Canada, nor does mention of trade names or commercial products constitute endorsement or recommendation for use. Furthermore, no warranty or representation is made with respect to the accuracy or completeness of the information contained in this report. This report is reproduced here from camera-ready copy prepared by the contractor.

Translated by Centre Universitaire de Shippagan, Shippagan, N.B.

This report is published under the auspices of the Peat Forum.

Copyright 1985 by
National Research Council of Canada

Permission is granted to quote short excerpts and to reproduce figures and tables from this report, provided that the source of such material is fully acknowledged.

Copies of this and other publications of the Division of Energy may be obtained by mailing the appropriate remittance (a Bank, Express, or Post Office Money Order, or a cheque made payable to the Receiver General for Canada, credit NRC) to

Publication Sales and Distribution Office
National Research Council of Canada
Ottawa, Ontario
K1A 0S6

Price: $45.00

Un symposium sur la tourbe et les tourbières
A Symposium on Peat and Peatlands

Symposium 82
SHIPPAGAN, N.-B., CANADA

LES ACTES DU

SYMPOSIUM SUR LA TOURBE ET LES TOURBIERES

SHIPPAGAN, N.-B.

12-15 SEPTEMBRE 1982

GOUVERNEMENT DU CANADA
GOVERNMENT OF CANADA

COMMISSION D'EXPANSION ÉCONOMIQUE DE LA PÉNINSULE INC.
ECONOMIC EXPANSION COMMISSION OF THE PENINSULA INC.

GOUVERNEMENT DU NOUVEAU-BRUNSWICK
GOVERNMENT OF NEW BRUNSWICK

COMITÉ CANADIEN NATIONAL - SOCIÉTÉ INTERNATIONALE DE LA TOURBE
CANADIAN NATIONAL COMMITTEE - INTERNATIONAL PEAT SOCIETY

TABLE DES MATIERES

PREFACE A L'EDITION FRANCAISE..... vii

AVANT-PROPOS
Roland Cormier..... ix

QUELQUES EQUIVALENCES POUR LA TOURBE..... xi

RESUME TECHNIQUE
Esteban Chornet..... 1

SESSION 1: APERCU DE L'INDUSTRIE DE LA TOURBE HORTICOLE... 7

UTILISATION DE LA TOURBE PAR LES PRODUCTEURS EUROPEENS
H.Aurenz..... 8

APERCU DE L'INDUSTRIE DE LA TOURBE HORTICOLE AUX ETATS-UNIS
James W. Boodley..... 13

APERCU DE L'INDUSTRIE DE LA TOURBE HORTICOLE AU CANADA
E.Bédard..... 28

SESSION 2: RESUME DES UTILISATIONS AGRICOLES ET SYLVICOLES 39

UN APERCU DE L'UTILISATION AGRICOLE DES TOURBIERES
AU CANADA
Marcel Lévesque..... 40

DRAINAGE DES FORETS EN EUROPE PENDANT LES ANNEES 1980
Leo Heikurainen..... 72

APERCU DE L'AMENAGEMENT FORESTIER DES TOURBIERES EN ONTARIO
J.K. Jeglum, V.F. Haavisto, et A. Groot..... 91

SESSION 3: LA CONSERVATION ET L'ENVIRONNEMENT..... 137

LES TOURBIERES COMME HABITAT POUR LA FAUNE AQUATIQUE ET TERRESTRE
K.Clarke-Whistler and J.A. Rowsell..... 138

PROGRAMME D'AMENAGEMENT D'HABITAT SUR DES TERRES HUMIDES AU NOUVEAU-BRUNSWICK PAR CANARDS ILLIMITES
R.K. McAloney..... 162

INCIDENCES ENVIRONNEMENTALES EVENTUELLES DE LA MISE EN VALEUR DES TOURBIERES
J.M.Osborne..... 168

SESSION 4: RESSOURCES DE TOURBE..... 191

L'INVENTAIRE, LA GESTION ET LA MISE EN VALEUR DES RESSOURCES DE TOURBE AU NOUVEAU-BRUNSWICK
D.Keys, D.E.Gemmell, and R.E.Henderson..... 192

RESUME D'UN ATELIER NATIONAL SUR LES METHODES D'INVENTAIRES DES TOURBIERES
F.C Pollett, and C.Tarnocai..... 208

METHODE D'INVENTAIRE DE LA TOURBE A PARTIR DES DONNEES LANDSAT ET DE LA CARTOGRAPHIE PAR ORDINATEUR
S.Pala..... 239

SESSION 5: LES UTILISATIONS HORTICOLES DE LA TOURBE..... 265

EQUIPEMENT ET TECHNIQUES DE DEVELOPPEMENT POUR L'INDUSTRIE DE LA TOURBE HORTICOLE
C.Breau..... 266

LES QUALITES DES SUBSTRATS DE TOURBE
Einar Myklebust..... 277

LA PRODUCTION ET L'UTILISATION DES MELANGES DE SOL AUX ETATS-UNIS
A.L.Brown..... 291

POTENTIEL HORTICOLE DES TOURBES DE SPHAIGNE LIE A LEUR PROPRIETES PHYSIQUES ET PHYSICO-CHIMIQUES
Jacques Grandmaison..... 300

SESSION 6: L'UTILISATION DE LA TOURBE EN AGRICULTURE ET DANS LE SECTEUR FORESTIER..... 323

GESTION DES CULTURES EN SOLS ORGANIQUES TRES DECOMPOSES
Matthew Valk..... 324

CERTAINS PROBLEMES DE LA CULTURE EN SOL ORGANIQUE
Sukhdev P.Mathur..... 348

DRAINAGE DES TOURBIERES
J.A. Millette..... 361

L'INFLUENCE DU DRAINAGE DES FORETS SUR LE BILAN FORESTIER EN FINLANDE
Leo Heikurainen..... 380

SESSION 7: AUTRES USAGES (NON-ENERGETIQUES) DE LA TOURBE.. PREMIERE PARTIE..... 395

LA TOURBE: UNE RESOURCE INESTIMABLE
William Moores..... 396

UTILISATION DE LA TOURBE DE SPHAIGNE POUR LE TRAITEMENT DES EFFLUENTS DE FOSSES SEPTIQUES
Joan L.Brooks,Chet A.Rock,Roland A.Struchtemeyer, Franklin E.Woodard..... 401

ESSAIS DE PREPARATION D'EXTRACTS AQUEUX DE TOURBE
H.A.Hartung..... 421

HYDROLYSE ACIDE DE LA TOURBE POUR LA CULTURE DE LEVURES CANDIDA
Charles H. Fuchsman..... 435

SESSION 8: AUTRES USAGES (NON-ENERGETIQUES) DE LA TOURBE DEUXIEME PARTIE..... 455

ETUDES RECENTES RELIEES AUX USAGES INDUSTRIELS DE LA TOURBE DU NOUVEAU-BRUNSWICK
Bernard Coupal..... 456

L'EMPLOI D'UN SUBSTRAT A BASE DE TOURBE EN CULTURE HYDROPONIQUE
W.A.Skaife..... 479

EXCURSIONS DE TERRAINS ET PHOTOS..... 495

RESUME DES EXCURSIONS DE TERRAIN..... 496

PHOTOS..... 499

COMITE ORGANISATEUR, ANIMATEURS, CONFERENCIERS.....
ET LISTE DES DELEGUES..... 507

COMITE ORGANISATEUR 508

ANIMATEURS D'ATELIERS ET CONFERENCIERS..... 509

LISTE DES DELEGUES..... 512

COLLABORATEURS..... 521

LISTE PARTIELLE DES TERMES UTILISES (FRANCAIS-ANGLAIS).... 522

OUVRAGES ET SERVICES CONSULTES POUR LA TRADUCTION..... 529

PREFACE A L'EDITION FRANCAISE

C'est avec plaisir que nous avons participé à la traduction en français des actes du SYMPOSIUM SUR LA TOURBE ET LES TOURBIERES.

Nous y avons mis tous nos efforts afin d'assurer l'exactitude des informations transmises par les conférenciers et contenues dans ce document. Les quelques présentations originalement en langue française ont été retouchées dans le but de présenter une qualité uniforme de la langue. Nous n'assumons aucune responsabilité pour les erreurs qui auraient pu se glisser dans le document original; c'est pourquoi, nous prions le lecteur de consulter les références qui suivent chaque présentation. De plus on retrouve à la fin du présent document une bibliographie des ouvrages consultés lors du travail de traduction.

Le lecteur peut citer des passages et reproduire des figures et des tableaux du présent document sous réserve que la source en soit clairement mentionnée, comme dans l'exemple qui suit:

> MILLETTE,J.
> 1982. Drainage des tourbières; p. 361, dans Un symposium sur la tourbe et les tourbières, édité par J.D. Sheppard, J. Musial et T.E. Tibbetts, traduit par H. Gautreau-Daigle et J.Y. Daigle, Shippagan, Nouveau-Brunswick, septembre 1982, 525 p.

Dans le but d'assurer la communauté francophone de la possibilité d'utiliser, dans leur langue, une édition qui n'est pas périmée, nous nous sommes imposés des délais très courts. Cet objectif n'aurait pu être atteint sans la collaboration de plusieurs membres du personnel du Centre Universitaire de Shippagan, et plus particulièrement de mesdames R.M. Godin, L. Larocque et A. Plantin. Que ces personnes acceptent le témoignage de notre appréciation.

1984-05-01

Hélène Gautreau-Daigle
Jean-Yves Daigle

AVANT-PROPOS

La Péninsule acadienne du Nouveau-Brunswick était le site du SYMPOSIUM SUR LA TOURBE ET LES TOURBIERES qui avait lieu du 12 au 15 septembre, 1982.

Un groupe exceptionnel de conférences traitant différents aspects de la tourbe et des tourbières fut présenté et nous les reproduisons dans ce compte rendu.

Nous nous devons de reconnaître les contributions de plusieurs personnes et agences qui ont fourni les ressources humaines et financières pour que ce symposium soit un succès. M. Jean-Guy Rioux, recteur-adjoint du Centre Universitaire de Shippagan et maire adjoint de la Ville de Shippagan, agissait comme hôte et a offert l'utilisation des bâtiments et services de l'université. Des contributions financières significatives ont été obtenues des gouvernements du Canada et du Nouveau-Brunswick. Des remerciements spéciaux s'adressent aussi au coordonnateur du Symposium 82, M. Murillo Violette, qui a contribué de façon significative au succès de ce Symposium grâce à ses aptitudes et à son travail dévoué. Finalement à Monsieur Ted Tibbetts du Comité national canadien de la Société internationale de la Tourbe qui agissait comme vice-président du comité organisateur et président du comité du contenu technique, nous lui adressons nos félicitations pour un travail bien fait.

Nous osons croire que les efforts collectifs de la part de tous ceux impliqués dans la planification et la mise en oeuvre de ce symposium ont pu servir à encourager la recherche, un échange de technologie et d'information, et une plus grande appréciation du potentiel de cette ressource naturelle.

Le président du comité organisateur,

Roland Cormier
Commissaire industriel,
Commission d'expansion économique
de la Péninsule Inc.

QUELQUES EQUIVALENCES POUR LA TOURBE[1]

CONVERSIONS METRIQUES		DONNEES SE RAPPORTANT AU MAZOUT	
1 pi	= 0.305 m	1 BBL (liquide)	= 42.0 gal U.S.
1 acre	= 0.405 ha	1 BBL (liquide)	= 34.97 gal Imp
1 lb	= 0.454 kg	1 m^3	= 6.29 BBL
1 tonne	= 0.907 t (metrique)	1 gal.(Imp)	= 0.1605 pi^3
1 Btu(Int)	= 1055.06 J	1 pi.cu.de mazout*	= 61.50 lb
1 Btu(Int)	= 1,055 kJ	1 lb mazout dense*	= 18,640 Btu
1 Btu/lb	= 2.326 kJ/kg	1 tonne mazout dense*	= 6.39 BBL
1 cal	= 4.1868 J		
1 Btu	= 251.997 cal		
1 Btu	= 0.293 Wh		
1 lb/pi	= 16.018 kg/m^3		

TOURBE COMME COMBUSTIBLE

(Valeur approximative pour une bonne qualité à 50 % d'humidité poids mouillé)

1m^3 de tourbe	= 130-1300 lbs or 60-600kg
1m3 tourbe combustible	= 770 lbs or 350 kg
1 tonne tourbe combustible	= 2.86 m^3
1m^3de tourbe combustible	= 3,850,000 Btu
1 tonne tourbe combustible	= 11,000,000 Btu
1 tonne de mazout dense*	= 41,000,000 Btu
1 tonne de mazout dense*	= 3.7 tonnes of fuel peat
1 tonne de mazout dense*	=10.7 m^3 of fuel peat
1 BBL de mazout dense*	=1.67 m^3 of fuel peat

*Bunker 'C', habituellement utilisé pour génération d'énergie

TENEUR EN EAU DE LA TOURBE

Tourbe	% du poids mouillé
In situ	85-95
Tel que reçu(séchée au soleil)	45-55
Tel que brûlée	10-30
Briquettes	10-25
Mottes (séchée au soleil)	30-40

CONSTANTES ET FACTEURS DE CONVERSION[2]

1 cal	= 4.1840 joules = 41.29 cm^3-atm
1 kcal	= 1 Cal = 1000 cal = 41.29 litre-atm
	= 0.2390 kilojoules
1 cm^3-atm	= 0.02422 cal
1 bar	= 0.987 atm = 10^6 dynes/cm^2 =10^5 pascals
	= 14,504 livres par pouce carré
	= 1.0197 kg/cm^2
	= 750.06 mmHg = 750.06 torr
1 atm	= 1.013 bars
	= 14.70 lb/po^2
	= 1.053 kg/cm^2
	= 760.0 mmHg = 760.0 torr

1. Nonenco Ontario Limited 1981: Evaluation of the Potential of Peat in Ontario; Ontario Ministry of Natural Resources, Mineral Resources Branch, Occasional Paper No. 7, 193 p.

2. Krauskopt, K.B. Introduction to Geochemistry, 2nd. edition- McGraw - Hill, New York and Toronto, 1979. 617 p.

RESUME TECHNIQUE

Esteban Chornet
Département de génie chimique
Université de Sherbrooke
Sherbrooke, Québec

Les organisateurs de ce congrès avaient en tête un but bien spécifique; celui de rassembler des conférenciers qui pourraient donner une vue d'ensemble de l'industrie de la tourbe de mousse à l'heure actuelle, afin d'orienter les développements futurs dans ce domaine au Canada. Pour mener à bien cette entreprise, les organisateurs ont préparé une série de thèmes, que nous avons discutés pendant la semaine. Ceux-ci comprenaient:

1-L'industrie horticole traditionnelle.

2-L'utilisation des tourbières à des fins agricoles.

3-Les tourbières et la foresterie.

4-Les autres applications industrielles excluant la production d'énergie.

Le symposium n'a donc pas touché les utilisations énergétiques de la tourbe, ni un autre domaine qui soulève de l'intérêt,soit les applications biochimiques. Nous savons que la tourbe est un substrat très favorable à la croissance de champignons et d'autres micro-organismes, qui peuvent donner certains produits naturels d'intérêt pharmaceutique.Ce domaine a été exploré en Allemagne,quoique pas nécessairement sur une base industrielle. Cet intérêt pourrait peut-être servir de thème dans le cadre d'un prochain symposium.

En plus des quatre thèmes principaux, on nous a entretenu sur les considérations écologiques et sur quelques problèmes environnementaux relatifs à l'exploitation des tourbières. Finalement, nous avons assisté à une session traitant de la ressource. Résumons maintenant le contenu de chacun de ces thèmes.

Du côté de l'industrie horticole, le but premier à été de faire l'évaluation des marchés actuels. Il est clair que le principal marché pour la tourbe de sphaigne canadienne réside aux Etats-Unis, où est exportée 90% de notre production. Le marché à l'étranger demeure incertain en raison des taux d'échange monétaires. Voyons maintenant les utilisations de cette tourbe sur le marché. On la retrouve dans les serres commerciales, dans les terreaux à empoter et dans la culture en récipients. L'intérêt se porte principalement aux mélanges additionnés d'engrais ou encore à l'exportation de balles de tourbe brute, comme nous avons pu le voir lors des visites industrielles. Au cours des discussions, le besoin de normes pour caractériser le produit est ressorti clairement. Ces normes permettraient aux clients d'avoir une meilleure idée de ce qu'ils achètent. Il nous faut développer ces standards, et possiblement introduire dans l'industrie une législation, qui existe ailleurs. Ces normes devraient comprendre la teneur en fibres et la texture du matériau, le niveau d'aération, la capacité de rétention d'eau et celle de se remouiller, le drainage, le taux de percolation, le pourcentage de matière organique (en particulier les subtances

humiques), les ions totaux (surtout le calcium) et le pH. Eventuellement, nous devrons indiquer ces caractéristiques sur les emballages, tout en assurant une marge de qualité. Ceci nécessite la mise sur pied d'un laboratoire, dans cette région du Canada, afin de venir en aide à l'industrie. Les producteurs ont sonné l'alarme quant à la saturation imminente des marchés. Ceci n'est pas dû à la qualité du produit, mais plutôt aux distances qui nous séparent des marchés. A moins de trouver une meilleure méthode pour compresser la tourbe, ou encore de la vendre sous une autre forme, nous aurons possiblement à faire face à cette éventualité.

Le deuxième aspect traité concerne l'utilisation des tourbières à des fins agricoles. La culture sur les tourbières est pratiquée dans plusieurs régions du Canada, notamment dans le sud-ouest du Québec, en Ontario et en Colombie-Britannique, cependant elle n'est pas encore tellement développée dans les provinces de l'Atlantique. La difficulté à laquelle nous devons faire face dans ce domaine est la détérioration ou encore l'affaissement du sol, problème qui est de nature physique et biochimique. Nous avons entendu un exposé sur la recherche visant à inhiber la dégradation biochimique de ces sols par l'utilisation du cuivre. Les possibilités d'expansion dans ce domaine de l'utilisation agricole des tourbières existe, mais les conférenciers de l'Ontario nous préviennent qu'ils ont déjà de la difficulté à trouver des marchés pour écouler leur grande production de carottes. Ici encore, l'expansion dépend des nouveaux marchés

éventuels.

Dans le domaine de la sylviculture (les tourbières et la foresterie), nous avons pris connaissance des efforts entrepris par divers comités et par le Peat Forum, afin d'arriver à établir une politique adéquate pour l'utilisation de ces tourbières. Après la coupe des arbres sur une tourbière boisée, 50% de la surface est revégétée par des quenouilles et des laîches, tandis que l'autre 50% ne sera pas regénérée. En matière d'aménagement forestier, la Finlande a adopté une politique agressive pour l'utilisation bien controlée de ses tourbières. Le problème technique majeur qui se pose dans le cadre de la récupération des tourbières pour la sylviculture semble être le drainage. L'expérience finlandaise s'est prêtée à une longue discussion à ce sujet. La fertilisation serait avantageuse dans certains cas. En plus de l'épinette noire et du mélèze nous devrions peut-être considérer d'autres espèces qui n'ont pas été mentionnées ici. Personellement, je pencherais du coté des hybrides présentement étudiés, qui ont démontré une meilleure production de cellulose. A l'Université Laval, il existe un programme de recherche élaboré sur des espèces à croissance rapide par rapport à une variété de terrains. Pouquoi ne pas étendre cette étude aux tourbières?

Au cours de la session traîtant des ressources proprement dites, le président nous a fortement encouragés à utiliser l'expression "extraction" de la tourbe plutôt que "récolte". Nous devons aussi faire la distinction entre les ressources estimées, les

ressources mesurées et les réserves. Nous avons eu une démonstration très intéressante de la technologie satellitaire appliquée à l'évaluation et à la classification des tourbières. Dr. Jeglum a passé en revue les méthodes de levé et d'inventaire des tourbières. Enfin, nous avons vu comment la cartographie détaillée des réserves de tourbe a été faite au Nouveau-Brunswick.

En ce qui concerne les aspects écologiques, nous avons appris que les tourbières peuvent servir de sanctuaires pour la sauvagine. Un certain pourcentage des tourbières devrait possiblement être réservé à cette fin. Les tourbières servent également d'habitat à plusieurs espèces d'oiseaux et de gibier, et comme tels méritent une attention particulière.

Parmi les problèmes environnementaux associés à l'exploitation des tourbières ressort celui du contenu en matière organique des eaux de drainage. Une étude menée par Environnement Canada à Bishop Falls nous indique qu'il existe un danger potentiel pour les milieux adjacents aux tourbières en exploitation. Il nous faut établir des indicateurs clairs, qui seraient quantitatifs. Dans ce sens, le pourcentage de substances humiques libérées dans les cours d'eau doit être considéré parmi les indicateurs principaux, parmi d'autres, tels que les cations, etc.

Enfin, la session traitant des applications industrielles nous a indiqué des champs nouveaux, qui n'ont pas encore été exploités

au Canada. On peu les diviser en deux catégories:

1-La première approche favorise l'utilisation totale du matériel, par sa transformation complète. La production de coke ou encore l'utilisation comme filtre biologique, dont nous a parlé Bernard Coupal, en sont des exemples.

2-L'autre approche est celle du fractionnement, où on essaie d'enlever sélectivement certaines composantes de la tourbe. Dans ce but, on emploie l'extraction et l'hydrolyse, méthodes bien connues dans l'industrie chimique.

Nous avons vu que ces deux approches sont réalisables et qu'elles mènent à des produits de première qualité. Il se présente toutefois un problème: c'est que d'autres matières premières peuvent aussi servir aux mêmes fins, de sorte que la tourbe entre en compétition avec une foule de matières végétales d'origines variées. De toute façon, le but de la rencontre n'était pas de nous indiquer quel matériau utiliser, mais plutôt comment la tourbe pouvait être transformée et quelles en sont les possibilités techniques. En tout et partout, ce fut une très agréable rencontre et nous devons une fière chandelle aux organisateurs, qui ont su réunir dans un si bel environnement, des gens sympathiques et une vue d'ensemble à la fois profonde et complète de l'industrie de la tourbe.

SESSION 1

APERCU DE L'INDUSTRIE DE LA TOURBE HORTICOLE

UTILISATION DE LA TOURBE PAR LES PRODUCTEURS EUROPEENS

THE USE OF PEAT BY THE EUROPEAN GROWER

H. Aurenz
ASB - Erdenwerke
Pleidelskeim, West Germany

RESUME

L'augmentation des ventes de tourbe et de ses produits réflète l'importance accrue de ce matériau dans l'industrie horticole européenne. L'Allemagne,par exemple, qui en fait la plus grande consommation, a augmenté lors des derniers 30 ans sa production de produits de tourbe de 2 millions de mètres cubes à 10 millions de m^3 .

Sur la même période de temps, les ventes de fleurs per capita ont augmenté de 14 DM en 1952 pour dépasser 100 DM en 1981. Malheureusement, les producteurs ont subi une plus forte augmentation des dépenses occasionnées par l'équipement, la main d'oeuvre et l'énergie par rapport à leurs profits. Dès lors, ils ont dû constamment rechercher des moyens de réduire leurs dépenses en améliorant les techniques de culture, afin de raccourcir la période de croissance. L'utilisation des milieux de culture ASB à base de tourbe a largement contribué à atteindre cet objectif. Par les années passées, les producteurs préparaient leurs propres mélanges à base de feuilles, d'aiguilles de pin et de sapin ou de compost. Aujourd'hui, ils utilisent presqu'exclusivement les substrats à base de tourbe. Ce type de milieu de culture remplace avantageusement les mélanges maisons dont les propriétés pouvaient changer d'une année à l'autre et qui devaient être stérilisés à la vapeur ou par d'autres moyens. Depuis 20 ans, ASB a mis sur le marché deux types de substrats: l'un destiné aux producteurs professionnels et l'autre pour l'empotage des plantes d'intérieur, ce dernier étant vendu au détail. Depuis 1979, nos nouvelles installations de production au Nouveau-Brunswick suivent cette tendance. Nous aimerions partager notre expérience en vous présentant une série de diapositives sur la culture dans les substrats de tourbe.

ABSTRACT

Increased sales of peat and peat products are a reflection of the increased importance of peat moss for the European horticultural growing industry. Germany, the largest consumer of peat, for

instance, increased its production of peat products in the last 20 years from approximately 2 mil. m^3 to more than 10 mil. m^3 For the same period of time flower sales per capita increased from DM 14, -- in 1952 to more than DM 100, -- in 1981. Unfortunately, the grower experienced a higher increase in expenses for equipment, personnel and energy in direct comparison to his profit. This forces him to constantly look for ways to cut his expenses through improved growing techniques, in other words, to cut down growing time. ASB peat culture substrates contributed greatly to achieve this goal. Years ago growers mixed their own soils based on leaves, pine and spruce needles or compost. Today's grower is using almost exclusively peat culture substrates which as the word indicates are based on peat. This type of growing medium eliminates the risk of using a home made mix varying from year to year, and which had to be steamed or sterilized by some other means. For the past 20 years ASB produces ASB peat culture substrates for the grower and ASB flower plant soils for the retail market. Since 1979 our new production facilities in New Brunswick are following this trend. We would like to share our past experience with you and at the same time make a brief slide presentation about planting in a peat culture substrate.

Dès 1964, ASB - Erdenwerke, conjointement avec le professeur Pennigsfeld, développait le produit "Peat Culture Substrate". Un milieu de culture composé uniquement de tourbe n'était pas, jusqu'à maintenant, disponible sur le marché. Le mélange préparé par la compagnie ASB est composé de tourbe fibreuse relativement jeune et d'une partie d'humus. Les avantages de la structure physique de la tourbe réunis aux nombreuses substances physiologiquement actives de l'humus ont donné des résultats particulièrement intéressants pour l'enracinement des plantes.

Depuis 1968, ASB expérimente continuellement avec différents substrats dans ses propres serres. L'expérience acquise de ces tests nous a beaucoup aidé. Suite à cette recherche, notre compagnie a été en mesure de porter conseil à plusieurs producteurs. Présentement, nous opérons deux serres dont la

superficie totale utilisable est de 14,000 m^3.

De bons résultats furent obtenus avec des tomates cultivées en couches élevées de 25 cm ainsi que dans nos "grow bags", sacs de tourbe dans lesquels on plante directement.

L'oeillet, parmi les fleurs coupées les plus appréciées en Europe, produit plus hâtivement et en plus grande quantité que lorsque planté en couches de grandeur comparable dans des sols minéraux. Pendant les dernières années, des tests de croissance sur le poinsettia EUPHORBIA PULCHERIMA ont démontré clairement que les boutures plantées dans notre substrat s'enracinent plus rapidement et poussent de façon ininterrompue, la période de croissance étant donc raccourcie.

Le géranium, plante de balcon la plus populaire en Europe, pousse mieux dans notre mélange. Habituellement, le temps de croissance des géraniums, de la bouture au produit fini, est de 7 à 8 mois; maintenant ces fleurs sont prêtes pour la vente en moins de 90 jours. Cette économie de temps permet une seconde production, ce qui représente une épargne d'énergie et une augmentation des profits.

Le passage à l'utilisation de notre substrat de tourbe dans l'industrie horticole européenne fut facilité par l'équipement technique et moderne dans les serres. Aujourd'hui, la mise en pot est mécanisée, mais souvent les dernières opérations sont faites manuellement. Les systèmes automatiques d'arrosage ont

remplacé les fertilisations manuelles selon les besoins spécifiques de chaque culture. Cette méthode efficace et parfaite au point de vue technique a permis d'éliminer certains mélanges spécifiques, tels ceux pour les poinsettias, les primevères et les *géraniums que l'on utilisait couramment* autrefois. La sélection de substrats a donc été réduite à deux choix: le premier, pour ensemencer et commencer les boutures; le deuxième, pour empoter.

Présentement, la compagnie ASB n'a qu'un seul mélange tout usage sur le marché. D'après notre expérience antérieure, ce substrat s'est avéré convenable à la majorité des cultures en serre. Pour réussir avec ce mélange universel, certaines propriétés physiques telles l'aération, la capacité de rétention d'eau et de tamponnage doivent être à leur optimum. Dans ces conditions seulement, la croissance des racines sera vigoureuse et les plants s'adapteront mieux aux variations temporaires de pH et de fertilisation.

Suivant la tendance des horticulteurs professionnels, l'utilisation de ce mélange est très répandue chez les ménagères et les jardiniers d'occasion, pour les fleurs et les plantes autant à l'intérieur qu'à l'extérieur. En Europe, presque toutes les préparations destinées aux consommateurs sont à base de notre mélange (Peat Culture Substrate).

En vue de la production des légumes, la croissance de jeunes plants est d'une grande importance; l'ensemencement en plateaux

carrés fabriqués de tourbe humifiée est très populaire.

Autant qu'en Amérique du Nord, notre mélange est utilisé pour la croissance en récipients (container growing) en Europe. Des centres de jardinage au Canada et aux Etats-Unis rapportent que le bourgeonnement des plantes vivaces est plus rapide et amélioré suite à la transplantation en récipients.

Ce mode de culture fait maintenant partie du paysage des villes européennes. On retrouve les produits ASB dans divers types de contenants que ce soit sur les toits, dans les parcs ou dans les populaires boîtes à fleurs qui ornent les balcons.

APERCU DE L'INDUSTRIE DE LA TOURBE HORTICOLE AUX ETATS-UNIS

AN OVERVIEW OF THE HORTICULTURAL PEAT INDUSTRY IN THE U.S.A.

Dr. James W. Boodley
Cornell University
Ithaca, N.Y.

RESUME

En 1980, la production de tourbe de mousse aux Etats-Unis a dépassé les trois quarts de million de tonnes courtes (680,000 tonnes). La majeure partie de cette tourbe a été produite par cinq Etats, dont près du quart par le Michigan. Plus de la moitié de cette production était de la tourbe de roseaux et de laîches, tandis que 3% seulement était de la tourbe de sphaigne. Près de la moitié de la production totale prevenait de 7 tourbières, parmi les 96 en exploitation.

Les importations de tourbe n'ont cessé d'augmenter; 99% des 400,000 tonnes courtes et plus (360,000 tonnes) provenant du Canada. Il s'agissait d'une tourbe de sphaigne de première qualité.

Les tendances actuelles et futures de l'utilisation de la tourbe de mousse en horticulture, son utilisation imminente comme source d'énergie (combustible) et les ramifications de cette option seront examinées.

ABSTRACT

The 1980 production of peat moss in the United States was over three-fourths of a million short tons (ca 680,000 tonnes). Five States produced the major volume of peat with Michigan producing almost one-fourth the total. Over one-half the peat produced was the reed-sedge type. Only 3% was sphagnum peat. Almost one-half the total peat production was from 7 out of 96 mines.

Peat imports continued to increase with 99% of the more than 400,000 short tons (ca 360,000 tonnes) coming from Canada. This was premium grade sphagnum peat moss.

Current trends and future use of peat moss in horticulture and the impending threat of using peat moss as an energy (fuel) source and its ramifications are discussed.

INTRODUCTION

On m'avait accordé deux sujets pour cet exposé, le premier étant présenté dans cet article et le deuxième intitulé "Aperçu des usages de la tourbe horticole aux Etats-Unis." Je vais tenter de traiter ces deux sujets pendant la limite de temps accordé.

La première partie de mon exposé présente une révision de la situation actuelle de l'industrie. Celle-ci comprend des remarques générales sur la production, les régions productrices, les Etats principaux, les types de tourbe produits, ses utilisations ainsi qu'un mot sur l'importation. La deuxième partie porte sur les utilisations horticoles plus spécifiques en mettant l'accent sur certains points. En dernier lieu, je vais dire quelques mots sur les facteurs reliés à la vente de la tourbe horticole, sur le changement des règlements et les implications générales concernant l'avenir de la tourbe aux Etats-Unis.

Le chapitre sur la tourbe tiré du volume de Charles L. Davis, pp.607-614, Minerals Yearbook, Volume 1,Metals and Minerals, U.S. Department of Interior, est ma principale source d'information.

PRODUCTION

En 1980, la production des différents types de tourbe se chiffrait à 785,000 tonnes courtes, ce qui représente un déclin

de 5% comparativement aux 825,000 tonnes courtes produites en 1979. Parmi les Etats producteurs , le Michigan est le premier en importance avec 213,000 tonnes ou 23% de la production américaine totale. Le tableau 1 illustre les cinq Etats américains les plus importants au point de vue production en 1980 ainsi que la quantité mise sur le marché et les revenus touchés par chaque Etat. La Floride suit de près le Michigan avec 153,807 tonnes courtes, vient ensuite l'Indiana avec 84,053; et enfin l'Illinois et le New York, avec 79,415 et 42,758 tonnes courtes respectivement.

Les montants en dollars sont importants, mais présentement ils sont relatifs, compte tenu de l'inflation et de la fluctuation des prix.

Je crois qu'il est intéressant de constater que la Floride est le deuxième plus grand producteur,car nous sommes habitués à penser que la production de tourbe se fait généralement à une latitude au-dessus de 42^{o} N.Selon la définition classique, la tourbe provient de la décomposition partielle de plantes qui croissent dans des régions pluvieuses et humides où les températures estivales sont peu élevées. Les deux premiers facteurs se rapportent à la Floride,mais certainement pas le dernier.

La définition s'applique en réalité à la tourbe formée à partir de mousses telles les sphaignes et les hypnes, plutôt qu'aux

tourbes de roseaux, de laîches ou d'autres types semblables. Ceci nous mène aux différents types de tourbes produits aux Etats-Unis;j'en ai fait la présentation sous forme d'un schéma afin de démontrer les différences. La figure 1 démontre ces données. La tourbe de roseaux et de laîches représente 59% de la production des Etats-Unis. La tourbe humifiée vient en deuxième position avec 23%,tandis que la tourbe d'hypne , la tourbe de sphaigne et la tourbe non classifiée correspondent à 5%, 3% et 10% de la production américaine respectivement. Je crois que le chiffre peu élevé pour la tourbe de sphaigne peut avoir une réelle signification pour vous; nous en reparlerons. La production de tourbe de roseaux et de laîches a diminué de 5% en 1980 et celle de la tourbe humifiée, de 8%. Il n'est pas possible d'expliquer ce déclin de production.

Même si la production en 1980 était inférieure à celle de 1979, les ventes ont augmenté de 4%. En 1980, ces dernières se chiffraient à $16.2 millions. Cette augmentation est probablement due à l'inflation plus qu'à tout autre facteur. Le prix moyen en 1980 était de $20.54/tonne, franc de port - une augmentation de 6% comparativement aux prix de 1979. Environ 69% de la tourbe domestique vendue en 1980 était empaquetée; je crois que ceci répond à la demande des consommateurs pour des produits emballés et pratiques.

En 1980, notre prcduction domestique provenait de 96 tourbières en exploitation. Toutefois, environ 46% de cette production

provenait de sept tourbières importantes, ayant une capacité supérieure à 25,000 tonnes chacune. Celle-ci comprennent deux tourbières de roseaux et de laîches au Michigan, une dans chacun des Etats de la Floride, l'Illinois et l'Indiana, une de tourbe humifiée au New York et une de tourbe non classifiée en Floride.

IMPORTATIONS DE TOURBE

Voici maintenant un bref aperçu des importations de tourbe aux Etats-Unis. Allons consulter le Tableau 2 et la Figure 2. Notre importation a légèrement augmenté à un peu plus de 400,000 tonnes courtes en 1980, soit 5% de plus qu'en 1979. Tel que noté au Tableau 2, la plupart de cette tourbe est importée du Canada. Il s'agit à 99% de tourbe de sphaigne de première qualité.

En ce qui à trait à ma remarque antérieure sur le 3% de tourbe de sphaigne produit aux Etats-Unis, vous, Canadiens, n'avez aucune compétition à craindre des producteurs américains de tourbe de sphaigne. Pensez à ce que serait votre volume d'exportation si vous pouviez convertir certains usagers de tourbe d'hypne à la tourbe de sphaigne...

UTILISATIONS DE LA TOURBE (PRODUCTION DOMESTIQUE)

Portons maintenant notre attention aux utilisations de la tourbe

produite aux Etats-Unis. J'en ai fait la liste au Tableau 3, tel que décrite dans le 1980 Minerals Yearbook. Je pense que certaines de ses applications vous étonneront.

Comme on peut s'imaginer, le premier usage de la tourbe est pour l'amélioration des sols, ce qui représente 488,740 tonnes courtes. La production de terreaux à empoter vient en deuxième lieu, avec 151,448 tonnes courtes. Les autres utilités représentent des montants inférieurs, mais qui ne sont toutefois pas insignifiants.

Comment utilise-t-on les 400,000 tonnes et plus de tourbe de sphaigne importées aux Etats-Unis?Nous n'avons pas les chiffres exacts, mais nous en avons une assez bonne idée. Je crois que ces usages sont parallèles à ceux de la tourbe domestique. La plus grande quantité est attribuée à l'amélioration des sols tandis qu'une quantité moindre va à la production de milieux de culture sans sol minéral. Je crois que nous employons plus de tourbe importée que de tourbe domestique dans la fabrication de ces mélanges. En voici mes raisons. En 1962, alors que Ray Sheldrake et moi-même travaillions à notre "Cornell Peat-lite Mix", nous avons choisi la tourbe de sphaigne comme base, car nous pensions que ses propriétés physiques et chimiques variaient moins que celles des tourbes de l'Etat de New York, que nous connaissions. Après un voyage d'étude de trois semaines dans les régions productrices de tourbe de sphaigne en Scandinavie et en Grande-Bretagne, nous nous sommes aperçus que même la tourbe de sphaigne variait, quoique pas autant que les tourbes locales

disponibles au New York. Suite à notre travail et à celui d'autres personnes oeuvrant dans ce domaine, un nombre croissant de mélanges "Peat-lite" ou de mélanges sans-sol minéral ont été mis sur le marché.D'après mes derniers calculs, il y avait plus de 37 de ces différents mélanges sur le marché américain. A l'exception de quelques-uns , ceux-ci comprennent de la tourbe de sphaigne comme élément de base.

Puisque l'usage de ces mélanges a augmenté d'une façon très significative au cours des derniers 10 ans, je soupçonne que la moitié de notre tourbe importée va à leur production. L'autre moitié est principalement employée en horticulture ornementale.

UTILISATIONS DE LA TOURBE AUX ETATS-UNIS

Propagation végétative

- La tourbe est employée seule pour les plantes éricacées ou mélangeé à la perlite, la vermiculite ou au sable, etc. dans les couches de propagation.
- Elle sert aussi comme médium pour le marcottage aérien de plantes à feuilles. On utilise souvent la mousse de sphaigne à cette fin mais la tourbe est également employée.
- L'entreposage de boutures d'arbres feuillus au cours de l'hiver se fait à l'aide de tourbe.
- On s'en sert également pour commencer certaines plantes à bulbes i.e. bégonias tubéreux.

Ensemencement

Les mélanges "Peat-Lite" sont utilisés aux fins suivantes:

- La germination des graines de fleurs, de plantes vertes, de légumes et d'espèces ornementales.
- L'entreposage de graines qui doivent être stratifiées à basse température.
- L'ensemencement en motte des légumes et pour le nouveau concept de production en motte des plantes pour plate-bandes.

Milieux de culture

- La tourbe est employée seule pour la production d'azalées; l'Etat de New-York seul produit 8 millions d'azalées en pots annuellement.
- Elle entre dans la composition des mélanges 1-1-1 de tourbe, sol et perlite, utilisés depuis de nombreuses années aux Etats-Unis comme milieu de culture.
- Le sable, la perlite, la vermiculite et les copeaux de bois ont tous été combinés à la tourbe pour la culture en récipients de plantes vertes,de plantes à fleurs et de fleurs coupées.
- Bien sur, le milieu de culture "Peat-lite" est employé dans la production des plantes pour plate-bandes et pour la culture en récipients.
- La culture "en sac" des tomates en serre et des fleurs coupées est certes une utilité unique en son genre, et on fait

tous les efforts pour qu'elle prenne une place importante dans l'industrie.

- Un autre usage intéressant est le concept "Living Wall" de la Curious Research Company de Naples, New York.

- Dans l'industrie des pépinières, on se sert de la tourbe pour l'emballage des stocks dormants, i.e. roses de jardin et arbustes. On l'emploie également pour expédier des millions de bulbes de lis du nord-ouest Pacifique des Etats-Unis.

- La tourbe est un élément principal des mélanges utilisés en pépinière pour la production en récipients, moyen de culture très répandu aux Etats-Unis.

- Elle sert à entourer les racines de certaines plantes destinées au marché.

- Son usage est très répandu dans l'industrie du gazon et pour l'entretien des verts de golf.

Je n'ai mentionné jusqu'ici que quelques-uns des usages de la tourbe dans l'industrie de la floriculture américaine; je suis certain que plusieurs ont pu m'échapper.

L'AVENIR DE LA TOURBE AUX ETATS-UNIS

Cette partie aurait aussi pu être intitulée: "Les problèmes associés à la mise en marché de la tourbe aux Etats-Unis." Je ne prétends pas être un expert en marketing,mais mes 25 ans d'expérience en horticulture m'ont permis de remarquer certains faits.

Chacun des 48 Etats continentaux a des lois différentes relativement à l'emballage, i.e. les dimensions du paquet, ce qui doit y être inscrit et l'uniformité du produit. La normalisation de la qualité de la tourbe n'est donc pas pour demain.

L'Etat de New-York vient récemment de proposer un amendement à ses lois afin que la mousse et la tourbe de mousse ne soient plus vendues uniquement selon un poids précis ou des unités cubiques de mesure. L'amendement porte à enlever la terminologie désuète relative aux quantités de mousse et de tourbe de mousse.

Il y a aussi des problèmes associés aux coûts du transport. Plus le prix de l'essence augmente, plus le coût du transport des produits est élevé. Ce facteur devient très important lorsque le produit doit être livré loin du lieu de production.

Je suis très préoccupé par le fait que certains groupes préconisent l'utilisation de la tourbe comme source d'énergie aux

Etats-Unis. On estime la réserve américaine de charbon comme étant suffisante pour répondre à nos besoins pour les 400 prochaines années. Avec cette quantité de charbon disponible, je ne comprends pas la nécessité de vouloir brûler de la tourbe pour des fins énergétiques. Il me semble que l'usage de la tourbe devrait être réservé à des fins horticoles car aucun autre matériau substitut ne possède les mêmes propriétés chimiques et physiques.

Si nous pouvons empêcher le gaspillage de la tourbe pour des fins énergétiques , le potentiel horticole n'est limité que par notre imagination. Nous ne faisons que commencer à effleurer ses innombrables possibilités.

REFERENCES

1. DAVIS, C.L.
1980. Peat. Minerals Yearbook, Metals and Minerals. U.S. Department of Interior, Vol. 1, 607-614.

TABLEAU 1 . LES CINQ PRINCIPAUX ETATS AMERICAINS PRODUCTEURS DE TOURBE (1980) [z]

Etat	Quantité (tonnes courtes)	Valeur (mille $, U.S.)
Michigan	253,016	4,739
Floride	153,807	2,389
Indiana	84,053	1,414
Illinois	79,415	1,505
New-York	42,758	917

[z] Adapté de: Peat. Minerals Yearbook 1980, Vol. 1, Metals and Minerals, U.S. Dept. of Interior, pp. 607 - 614.

TABLEAU 2. IMPORTATIONS AMERICAINES DE TOURBE EN 1980.[z]

Pays	Quantité (tonnes courtes)	Valeur (mille $, U.S.)
Brézil	21	2
Bulgarie	3	1
Canada	400,923	44,080
République Fédérale Allemande	433	88
Irlande	8	6
Italie	19	1
Mexique	7	5
Pays-Bas	1	1/2
Norvège	57	8
République Sud-Africaine	43	6
Suède	30	21
Royaume-Uni	22	2
TOTAL	401,567	44,220

[z] Adapté de: Peat. Minerals Yearbook 1980, Vol. 1. Metals and Minerals, U.S. Dept. of Interior, pp.607-617
Source: Bureau of Census.

TABLEAU 3. MARCHE DE LA TOURBE AMERICAINE SELON LES USAGES EN 1980 [z]

USAGE	QUANTITE (tonnes courtes)	VALEUR (Mille $,U.S.)
Médium de culture pour vers de terre	3,472	49
Amélioration générale des sols	488,740	10,148
Entretien des terrains de golf	24,160	453
Ingrédient de terreaux à empoter	151,448	2,695
Ingrédient d'engrais mélangés	20,228	234
Culture de Champignons	6,153	219
Employé dans les pépinières	63,512	1,235
Emballage de fleurs,d'arbustes, de bulbes, etc.	5,426	81
Inoculation de graines	5,907	572
Culture de légumes	5,027	116
Autres	14,324	388
TOTAL	788,397	16,190

[z]Adapté de: Peat.Minerals Yearkbook 1980, Vol. 1 Metals and Minerals, U.S. Dept. of Interior, pp.607-614.

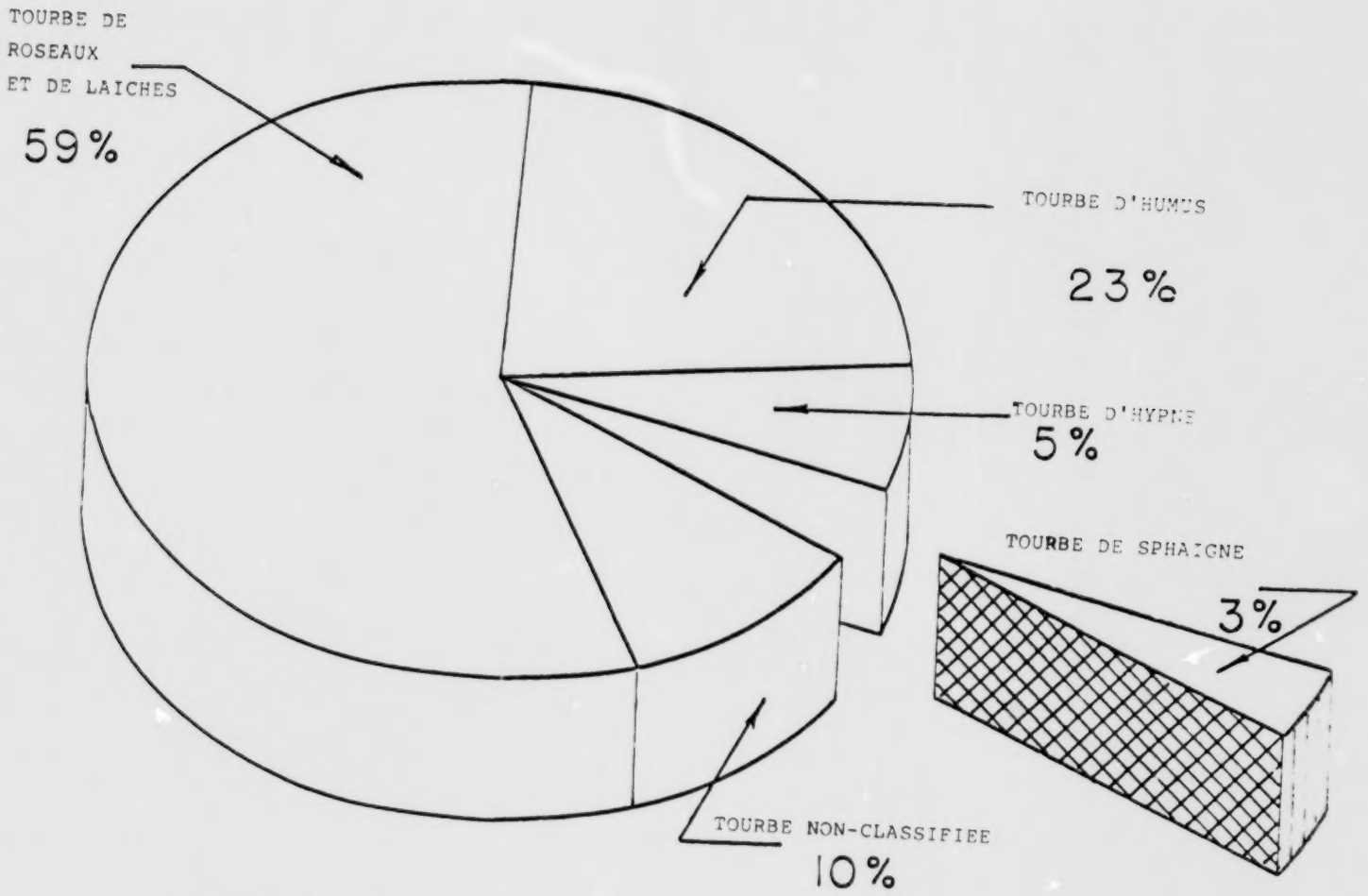


FIGURE 1 TYPE DE TOURBES EXTRAITES AUX ETATS-UNIS (1980)
(SOURCE: U.S. MINERALS YEARBOOK 1980)

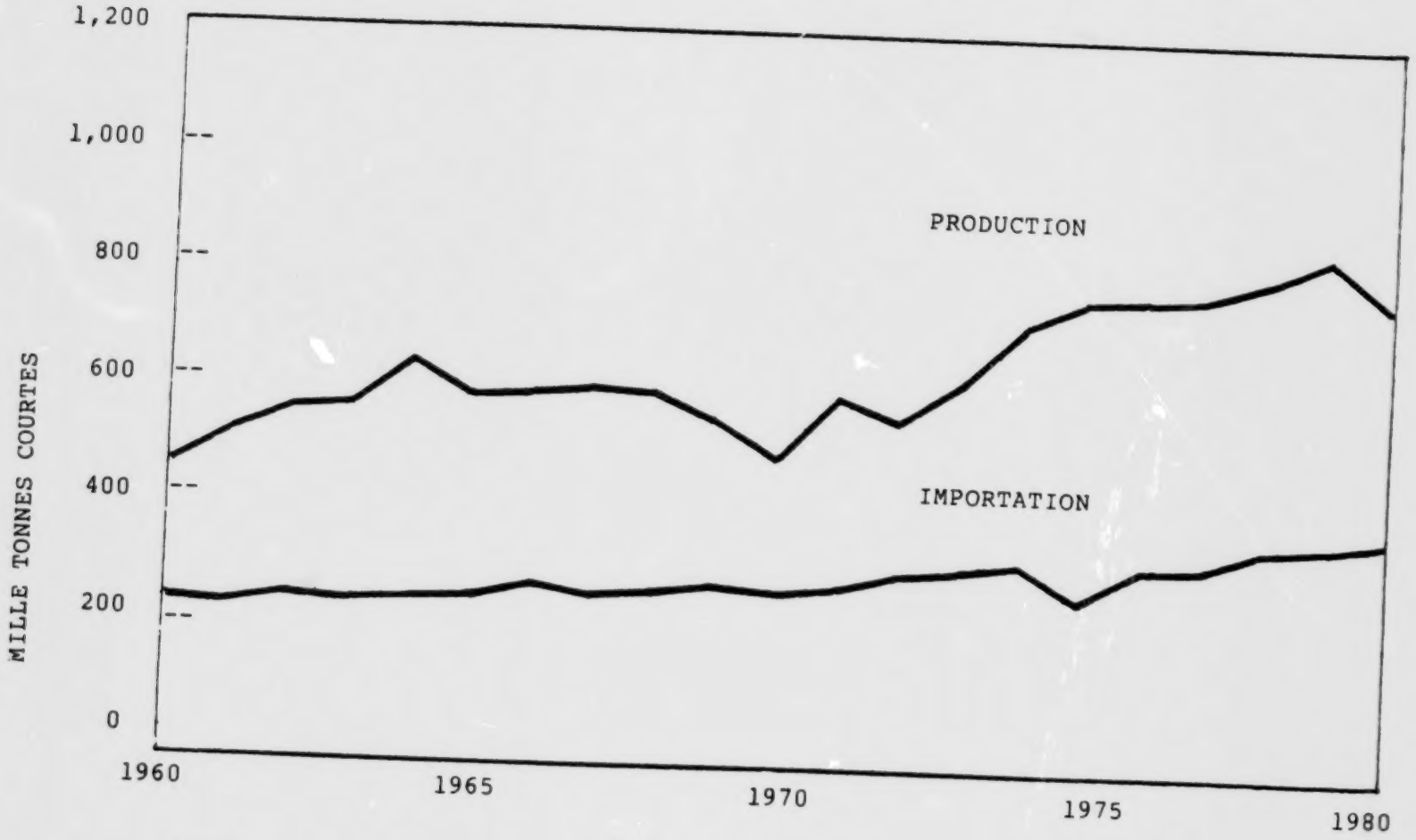


FIGURE 2. PRODUCTION ET IMPORTATION DE TOURBE AUX ETATS-UNIS.

APERCU DE L'INDUSTRIE DE LA TOURBE HORTICOLE AU CANADA

SURVEY OF THE HORTICULTURAL PEAT INDUSTRY IN CANADA

E.Bédard
Directeur des projets spéciaux et de l'exportation
Les Tourbières Premier Ltée
Rivière-du-Loup, Québec

RESUME

L'industrie de la tourbe horticole engendre trois produits: la tourbe pour l'amélioration des sols, les substrats de culture et les terreaux. La quasi-totalité de ces produits sont vendus en Amérique du Nord.

Le camionnage est le moyen de transport principal utilisé pour acheminer le produit sur le marché. A l'heure actuelle, les marchés européens nous sont inacessibles dû au cours de la monnaie européenne. Il ne reste comme marché extérieur, que l'Orient et le Proche-Orient.

ABSTRACT

The horticultural peat industry makes three products: peat for soil amendment, peat substrates and composts. Almost the entire production of these items is sold in North America.

Trucking is the principal means of transporting the finished product. European markets are inaccessible at the present because of the relative weakness of their currencies. The only remaining export markets are the Far and Middle East.

PRODUCTION

Depuis le début de la seconde guerre mondiale, le Canada est devenu un producteur majeur de tourbe, en raison des restrictions d'importation des produits européens au Canada et aux Etats-Unis. En 1943, il existait au Canada 27 producteurs de tourbe horticole dans les provinces suivantes:

1 au Nouveau-Brunswick

7 au Québec

6 en Ontario

3 au Manitoba

1 en Alberta

9 en Colombie-Britannique

Quoique je n'ai pas en main les statistiques exactes pour 1982, j'estimerais le nombre de producteurs canadiens à environ 59, à savoir:

13 au Nouveau-Brunswick

32 au Québec

2 en Ontario

2 au Manitoba

4 en Alberta

1 en Saskatchewan

1 en Nouvelle-Ecosse

1 à l'Ile-du-Prince-Edouard

2 en Colombie-Britannique

1 à Terre-Neuve

CLASSIFICATION

La tourbe horticole peut être répartie en 3 grandes classes.

Classe 1: La tourbe telle qu'on la retrouve à l'état brut.

Cette tourbe peut être vendue en vrac dans un rayon ne dépassant pas 150 à 200 kilomètres de la tourbière; au-délà de ces distances, les coûts du transport deviennent trop élevés.

La majeure partie de la tourbe dans cette classe arrive sur le marché en sacs ou en balles, comprimée dans un rapport de 2:1, ce qui est plus économique. Certains producteurs réalisent des épargnes supplémentaires en la comprimant dans un rapport de 3 à 1, surtout pour les expéditions outre-mer. Quelques-uns (peut-être 1 ou 2), mettent sur le marché une tourbe concentrée, comprimée dans un rapport de 7 à 1.

Les formats les plus populaires sont les balles de 170, 113 et 56 litres, et plus récemment, celles de 142 litres, toutes pressées dans un rapport de 2 à 1. Les expéditions venant de l'Amérique du Nord sont surtout constituées de balles de 170 litres (6 pi. cu.) et plus rarement, de 113 litres (4 pi. cu.), toutes deux pressées de 2 à 1; toutefois, les balles de 113 litres sont quelquefois comprimées de 3 à 1.

Classe 2: Les substrats de tourbe

Les principaux substrats de tourbe sont: 1- la tourbe fertilisée,et 2- le substrat de tourbe fertilisé avec additifs, telles la vermiculite et la perlite, qui est le plus populaire des deux.

Ces substrats de tourbe sont surtout vendus en Amérique du Nord pour le moment; les Européens font surtout usage de la tourbe fertilisée.

Classe 3: Les terreaux.

Les terreaux sont composés d'un mélange d'humus de tourbe, de chaux, et au besoin, de fertilisants, suivant les produits. Malgré l'usage répandu des terreaux en Europe, nos produits ne sont pas compétitifs sur les marchés d'exportation. Les Européens vont plutôt acheter la mousse de sphaigne pour l'ajouter à leurs propres terreaux.

TRANSPORT

1) Depuis les derniers 10 ans, le transport de la tourbe vers les Etats-Unis se fait surtout par camionnage, au détriment du transport ferroviaire. Il est assuré essentiellement par des camionneurs indépendants, plutôt que par des compagnies de transport.

2) Le ferroutage se fait principalement à l'intérieur du Canada et quelque peu pour les expéditions acheminées vers les Etats-Unis.

3) Le rail veut reprendre le terrain perdu vu la montée du prix du carburant diesel en combinant les systèmes canadien et américain de ferroutage.

4) Le transport par conteneur s'est avéré un moyen économique pour le transport de la tourbe vers l'Europe.

5) Les coûts associés à l'expédition par conteneur vers le Proche-Orient et l'Afrique sont exorbitants; le transport maritime semble le plus économique pour ces pays,à condition qu'une cargaison compte au moins 5,000 à 10,000 balles.

6) Le transport aérien ne peut pas être retenu pour l'expédition de la tourbe en raison de son coût prohibitif.

LES MARCHES

1) Le marché domestique compte pour les producteurs du Québec, les province maritimes, l'Ontario et le Québec.

2) Le marché étranger peut être divisé en huit secteurs:

- les Etats-Unis et le Mexique.
- l'Europe: la France, la Belgique, les Iles Britanniques, l'Italie, l'Espagne, le Portugal, la Suisse, l'Allemagne, la Suède, la Norvège,etc.
- le Proche-Orient, plus spécifiquement l'Arabie Saoudite et Israël.

- l'Orient: le Japon et la Corée.
- l'Afrique du Nord: l'Egypte.
- l'Amérique du Sud: le Chili et le Venezuela.
- l'Australie et la Nouvelle-Zélande.
- Autres: Singapour, Hong-Kong, etc.

STATISTIQUES

D'après le Service des statistiques du ministère de l'Energie et des Ressources du Québec, il s'est vendu 5,443,400 balles de 170 litres dans cette province en 1980 et 4,272,800 balles en 1981. Les statistiques pour l'ensemble du Canada sont données en 100 livres de tourbe expédiées. Le poids moyen des balles de 170 litres étant de 90 livres chacune, les ventes à l'étranger se chiffrent donc comme suit:

en 1980 ----------9,565,000 balles
en 1981 ----------8,006,000 balles

Si l'on considére que les ventes aux pays représentent 10% de la production totale, nous pouvons extrapoler ces chiffres pour obtenir la production canadienne totale:

en 1980 ----------10,700,000 balles

en 1981 ---------- 8,900,000 balles

Destination des exportations de tour

Etats-Unis ----------91.2% de l'exportation totale

Europe ---------- 4.8% (458,800 balles)

Japon ---------- 2.5% (239,590 balles)

Arabie Saoudite ---------- 0.5% (48,900 balles)

Israël ---------- 0.15%(13,300 balles)

Autres pays ---------- 0.84%(79,200 balles)

Destination des exportations de tourbe en 1981

Etats-Unis ----------94.6% de l'exportation totale

Europe ----------0.9% (71,100 balles)

Japon ----------3.8% (305,600 balles)

Arabie Saoudite ----------0.3% (23,500 balles)

Israël ----------0.16%(12,100 balles)

Autres pays ----------0.24%(17,200 balles)

LES ACHETEURS

Parmi les acheteurs, figurent les courtiers américains indépendants, qui achètent la tourbe en vue de l'exportation vers les Etats-Unis. Malheureusement, ceux-ci sont en mesure de faire leurs prix, au lieu de payer au producteur ce qu'il demande. Il va sans dire que ces acheteurs ne sont intéressés qu'à leur profit, sans égard aux coûts de production.

Certains courtiers achètent de la tourbe pour l'exporter ailleurs qu'aux Etats-Unis. Ceux-ci sont prêts à payer les prix fixés par les producteurs. Toutefois, il y a ici un danger pour le producteur, celui d'additionner toutes les demandes faites par les courtiers, puisque dans la plupart des cas, plusieurs courtiers vont demander des cotes pour une même soumission.

Quelques producteurs, qui sont tombés dans ce piège, ont même pu obtenir des subventions gouvernementales pour développer des tourbières, et ainsi être en mesure d'aller chercher ces soi-disant nouveaux marchés. Aujourd'hui, ces nouveaux producteurs doivent écouler leur produit sur le marché américain, ce qui crée des surplus et compromet la stabilité des prix.

Des producteurs exportateurs figurent aussi parmi les acheteurs. Leur production étant insuffisante, ceux-ci doivent acheter pour combler leur demande.

Nécessairement, ils doivent payer le prix courant, mais étant producteurs eux-mêmes, ils cherchent à faire monter les prix afin

de faire un profit. Ceci ne réussit pas toujours.

La menace d'un surplus de tourbe sur le marché sème la panique chez les producteurs, qui acceptent les prix suggérés par les Américains, vendant quelquefois à perte. Quelques producteurs s'occupent eux-mêmes d'écouler leurs stocks sur les marchés intérieur (domestique) et américain; ils doivent toutefois avoir recours aux courtiers pour l'accès aux autres marchés.

L'arrêt presque complet des exportations vers l'Europe est un autre facteur causant les surplus de stocks cette année. Il sera toujours difficile de percer sur le marché européen, en raison de la compétition de pays producteurs, tels que l'URSS, la Finlande, l'Irlande et l'Allemagne, quoique les réserves de ce dernier commencent à diminuer.

De plus, la fluctuation du dollar canadien vers la hausse ne nous a pas aidés dans ce sens.

Les pays producteurs en Europe ont depuis une dizaine d'années perdu le marché américain pour le plus grand bien des producteurs canadiens. Toutefois, les producteurs européens cherchent à réintégrer le marché nord-américain, en raison du faible cours de leur monnaie.

De plus, l'URSS, qui depuis quelques années a envahi le marché de

tourbe européen avec ses produits, amasse depuis quelque temps des renseignements sur les moyens et les coûts de transport de la tourbe à travers l'Amérique du Nord.

Je crois que notre productivité et nos méthodes de récolte, qui maintiennent nos coûts de production relativement bas, constituent un avantage qui compense le gain obtenu par les producteurs européens en raison du taux d'échange de la monnaie. Le coût du transport maritime est à peu près le même dans les deux sens. Pour ces raisons nous sommes confiants que nous pourrons conserver le marché nord-américain de tourbe horticole.

LES NORMES D'EXPORTATION

Aux Etats-Unis, on ne peut pas vendre un format quelconque d'un produit sans passer, au préalable, par le National Bureau of Standards du United States Department of Commerce. Des lois régissant les formats acceptables ont été établies afin d'en éviter la prolifération. Des balles de 6.2 pi. cu. ou de 4.7 pi. cu., par exemple, ne peuvent pas être vendues. Comme les Américains n'ont pas encore adopté le système métrique, il faut indiquer les volumes exacts en mesure anglaises et les convertir en équivalents métriques approximatifs, une pratique qu'on appelle le "soft metric".

Au Canada l'emballage doit être bilingue (français et anglais).

Toutefois, contrairement à l'Europe, le Canada et les Etats-Unis n'exigent pas que certains détails relatifs aux standards soient indiqués sur les emballages soit:

1) l'acidité de la tourbe
2) le volume compressé
3) le % d'azote, etc.

J'espère qu'un jour, nous aurons une meilleure règlementation pour la tourbe horticole.

REFERENCES

1. LEVERIN, Harold A
1943. Tourbe de Mousse ou Mousse de sphaigne. Publication no. 810. Canada Ministére des Mines et des Ressouces.

SESSION 2

RESUME DES UTILISATIONS

AGRICOLES ET SYLVICOLES

UN APERCU DE L'UTILISATION AGRICOLE DES TOURBIERES AU CANADA

OVERVIEW OF THE AGRICULTURAL PEATLANDS IN CANADA

Marcel Lévesque
Institut de recherches sur les terres
Agriculture Canada, Ottawa

RESUME

Jadis des espaces vagues et sans réelle valeur, les tourbières du Canada, du moins dans les régions plus au sud du Québec, de l'Ontario et de la Colombie-Britannique, ont depuis pris un grand essor et ont contribué à la production agricole pour une valeur marchande dépassant les 70 millions de dollars.

Un bref historique démontrera comment s'est effectué le développement de ces régions où les terres organiques en culture totalisent quelque 15,000 hectares. Les facteurs jouant un rôle significatif dans le choix de l'aménagement des tourbières pour la production horticole seront relevés. On fera d'abord mention du climat et des considérations économiques liées aux investissements pour le drainage et la préparation du terrain. Cependant, la profondeur du dépôt, le type de tourbe, la nature physique, chimique et botanique des matériaux tourbeux, de même que leur évolution dans l'espace et le temps, etc., sont également des facteurs importants qui influent sur le potentiel agricole d'une tourbière et le type d'aménagement à effectuer.

Quelques considérations sur les perspectives d'avenir relatives au développement et à l'expansion de l'industrie agricole dans les tourbières du Canada viendront clore cet exposé.

ABSTRACT

Once vacant spaces without any real value, Canada's peat bogs, at least those in the more southerly regions of Quebec, Ontario and British-Columbia, have come into their own, contributing a market value of over 70 million dollars to agricultural commodity production.

A brief background explains the development of these regions, where organic soils under cultivation total about 15,000 hectares. The significant factors in the choice and development of peat bogs for horticultural production are discussed. Climate and the economic considerations for investing in land drainage and preparation are dealt with first. However, deposit depth, type of peat, its physical, chemical and botanical properties and their variation in time and space and so on are all important factors affecting the agricultural potential of a peat bog and the type of development required.

The paper concludes with a few considerations regarding future prospects for development and expansion of the agricultural industry in the peat bogs of Canada.

INTRODUCTION

Il n'y a pas très longtemps, les tourbières (peatlands) étaient considérées comme des terres incultes, nuisant souvent au développement des sols minéraux environnants. Aujourd'hui, les terres noires de certaines régions ont pris une grande valeur, et contribuent d'une façon significative à la production de produits agricoles qui dépassent en valeur marchande les 70 millions de dollars.

Que s'est-il passé au cours des dernières décennies pour expliquer cette transformation? Il s'est d'abord opéré un changement d'attitude vis-à-vis des tourbières considérées traditionnellement comme source de combustible de pauvre qualité, ou comme pâturage d'appoint à certaines périodes de l'année. Puis, il y eut la foi des pionniers, le travail de ceux qui, en contact avec les milieux européens, ont développé des techniques de culture répondant aux conditions et aux besoins particuliers du Canada.

Ce qui est intéressant, c'est qu'aujourd'hui il existe une industrie de production horticole dans plusieurs régions du Canada, là où il y a 50 ans il n'y avait que des marais inutiles et emcombrants. Le cadre de ce symposium nous donne l'occasion de présenter quelques faits, démarches et initiatives asscciés au

développement et au maintien de notre industrie agricole et horticole en milieu tourbeux au Canada.

BREF HISTORIQUE

Une des premières mentions concernant l'utilisation de la tourbe pour des fins agricoles a été faite en 1845 par le géologue Logan[1] qui proposait, dans un rapport d'inventaire, d'employer la tourbe comme engrais partout ou celle-ci ne pouvait être utilisée pour la combustion. On peut remarquer qu'à l'époque, la tourbe était considérée surtout comme matière fertilisante, ce qui n'est pas tellement différent des recommandations que Risi et al[2] faisaient dans leurs études chimiques des tourbes du Québec au cours des années '50. Heureusement, les choses ont changé depuis. Au milieu du siècle dernier, un autre géologue, Hunt[3], prédisait l'aménagement des tourbières du sud du Québec en des terres arables vouées à l'agriculture. Il citait comme exemple les marécages près de St-Hyacinthe, sur lesquels s'étaient établis de belles fermes produisant en alternance du foin et du blé.

Il y a un siècle, la valeur des dépôts organiques au sud du Lac Simcoe reposait sur leur potentiel forestier[4]. C'est dans les années '20 qu'un changement d'orientation s'est opéré, alors que le professeur Day de l'Ontario Agricultural College réussissait à convaincre les fermiers des possibilités agricoles des marais. Avec la mise en place d'un réseau de drainage complété en 1930,

une industrie de production horticole pouvait se mettre en branle; cette industrie n'a pas cessé de croître depuis. La venue des immigrants, les Hollandais en particulier, n'est pas étrangère au développement du Bradford-Holland Marsh.

Les dépôts organiques du sud-ouest du Québec ont été ouverts à la culture maraîchère dans les années '30. Entre 1940 et 1950, l'accroissement de la banlieue de Montréal forçait de nombreux maraîchers à abandonner leurs terres noires et à se diriger vers les sols tourbeux du sud de la province. Plusieurs immigrants hollandais et français avaient déjà du succès sur ces terres nouvellement aménagées. Les autorités gouvernementales participaient aussi au développement et à l'aménagement des dépôts organiques de cette région. Ainsi, en 1936, un comité d'enquête remettait un rapport sur l'inventaire des sols organiques et proposait l'établissement d'une station de recherches pour appuyer le développement et la mise en culture d'une bonne partie des 20,000 hectares de terres organiques cultivables de cette région[5]. La même année, la sous-station de Ste-Clothilde voyait le jour.

Dans la vallée du Bas-Fraser en Colombie-Britannique on trouve d'importants dépôts organiques qui ont été aménagés pour la culture des légumes à partir de 1920. Avec l'expansion urbaine de Vancouver au dépens des meilleures terres du delta du Fraser, les sols organiques prenaient une importance particulière. Il est à noter ici que le développement des dépôts organiques de la

vallée du Fraser ne s'est pas effectué différemment de celui des dépôts des autres régions, en ce sens que les productions horticoles sur les sols organiques se sont d'abord et surtout développées à proximité des villes et des centres urbains, c'est-à-dire en fonction des populations et des marchés.

Pour appuyer le développement de l'agriculture spécialisée qui est requise pour l'exploitation des terres organiques, plusieurs centres d'expérimentation ont été établis à partir de 1930:

- Station de démonstration à Caledonia Springs, Ont.
- Sous-station expérimentale à Ste-Clothilde, Qué.
- Ontario Muck Research Station, Kettleby, Ont.
- Peat Sub-Station à Colinet, T.N.

Evidemment, plusieurs organismes gouvernementaux et universitaires ont aussi apporté d'importantes contributions, notamment, l'Institut de recherches sur les terres, Ottawa; l'Institut de chimie et biologie, Ottawa; les stations de recherches de St-Jean, Qué.; de St.John's, Terre-Neuve; de Kentville, N.-E.; de Kamloops, C.-B.; de Sydney, C.-B.; l'Ontario Agricultural College, et plusieurs autres, incluant des organismes privés ou semi-privés comme le Manitoba Peatland Farming Association.

DISTRIBUTION GEOGRAPHIQUE DES TERRES ORGANIQUES CULTIVEES

Comme on le sait, la plus grande partie des tourbières au Canada se trouve dans les régions cryoboréales des provinces du centre

et des prairies. Cependant, les zones d'utilisation agricole sont situées dans les régions plus tempérées du sud du pays (Fig. 1). On constate que l'utilisation agricole des tourbières dans ces régions ne s'est pas faite en fonction des étendues qui s'offraient aux producteurs.

Ainsi, le Manitoba qui concentre plus de 20 millions d'hectares de tourbières sur son territoire en a très peu en culture. Par contre le sud de l'Ontario, où il y a peu de tourbières comparé aux immenses étendues des régions du nord, possède au Canada la seconde plus grande concentration de terres organiques utilisées pour l'agriculture, soit 6,500 hectares (Tableau 1). Il en va de même pour le Québec avec ses 7,100 hectares en culture, qui sont presque toutes concentrées dans la région du sud-ouest, près de Montréal. Cependant, toutes proportions gardées, il y a une plus grande utilisation agricole des tourbières en Colombie-Britannique avec 1,250 hectares en culture. La situation en C.-B. est assez particulière vu qu'en plus des dépôts de la vallée du Bas Fraser, lesquels sont avant tout exploités pour les cultures horticoles, il y a les Fen à végétation herbacée(meadow fens) du Plateau intérieur, qui sont hautement utilisés comme source de fourrage et de pâturage , mais la superficie cultivée n'y atteint pas 1%

Ainsi, quatre zones importantes d'utilisation agricole des tourbières sont identifiées, soit le sud-ouest du Québec (sud-est de Montréal), le sud de l'Ontario,(principalement au nord de

Colombie-Britannique. Le patron de distribution s'est formé sous l'influence de quelques facteurs importants comme le climat, la proximité des marchés, et la qualité ou la nature des dépôts organiques. Il est facile de vérifier cette affirmation en examinant la Fig. 1, où l'on montre les zones des tourbières cultivées en comparaison avec les zones occupées par l'agriculture en général. On remarque entre autres choses que les tourbières cultivées occupent des espaces contiguës aux meilleures terres minérales des régions indiquées. Cette situation particulière fait que les terres organiques doivent avoir un potentiel agricole élevé et bien spécifique pour retenir l'attention des producteurs et justifier les investissements nécessaires à leur aménagement.

LE PAYSAGE DES TOURBIERES CULTIVEES ET NON-CULTIVEES

Les quelques exemples de types de tourbières apparaissant à la Fig. 2 nous donnent un aperçu des problèmes pouvant être rencontrés lors de l'aménagement (nappe d'eau élevée, couverture arborescente, arbustive ou de sphaignes). Selon le terrain auquel on a affaire (e.g. fen, bog, marécage ou marais), les difficultés ne sont pas les mêmes. La majorité des sols organiques cultivés dans l'est canadien se rencontrent dans des marécages en transition vers le fen ou le bog. Plus au sud, en Ontario, c'est le marais apparenté au fen qui est le principal type de tourbière utilisé.

Plusieurs facteurs jouent dans le choix d'une tourbière devant être aménagée pour la culture, les considérations économiques liées aux investissements pour le drainage et la préparation du terrain étant le facteur prépondérant. Cependant, le type de tourbe est également très important. Ainsi, les tourbes de fen (fen peats) auraient un potentiel agricole supérieur aux autres types de tourbes à cause de la nature minérotrophique de ces milieux. Les tourbes intermédiaires (forest et woody peats) ont souvent des couches de bois créant une difficulté additionnelle lors de l'aménagement, mais par ailleurs d'excellentes terres organiques s'y rencontrent. Les tourbes de sphaigne sont généralement associées au bog; leur pauvreté en éléments nutritifs, leur acidité et leur nature fibreuse sont de réels problèmes au stade initial de l'aménagement, mais ces problèmes s'estompent avec le temps.

Il est généralement exact de dire qu'étant donné une zone climatique favorable et la possibilité du drainage, différents systèmes de culture peuvent être mis en place. Cependant, chaque région a sa vocation propre. C'est ainsi que les tourbes intermédiaires et de fen de l'est canadien supportent des cultures de carottes, d'oignons, de laitues, etc., ainsi que des productions de gazon (Fig. 3). Dans les Maritimes on peut réussir certaines récoltes sur des tourbes de sphaigne. Sur les fens à sédiments limniques de l'Ile de Vancouver, on cultive des pommes de terre; il y a aussi des étendues en pâturages. Les Fen à végétation herbacée du Plateau intérieur de la Colombie-Britannique sont

exclusivement utilisés aux fins de pâturage et de prairies à foin (Fig. 4). Dans la vallée du Bas Fraser, en plus de cultures horticoles importantes, il y a des cultures intensives de canneberges et de bleuets sur des fonds de tourbière ou des tourbières résiduelles (cut-away peat) (Fig. 5 a et b).

DISTRIBUTION GEOGRAPHIQUE DES PRODUCTIONS HORTICOLES, FRUITIERES ET FOURRAGERES

Au Québec et en Ontario, où se trouvent les plus grandes étendues de tourbières cultivées, les carottes, les oignons, les pommes de terre, la laitue et le céleri sont les productions qui dominent (Tableau 2). Il y a aussi d'importantes étendues en gazon. En Colombie-Britannique, les données fragmentaires que nous avons indiquent que les pommes de terre constituent la production la plus importante, suivie des carottes et de la laitue. Dans le Plateau intérieur, il s'agit exclusivement de foin et de pâturage. Pour ce qui est des autres régions, les productions sont marginales.

CARACTERISATION ET CLASSIFICATION DES SOLS TOURBEUX ET DES TOURBIERES

Il est admis qu'on ne peut vraiment connaître la nature, la valeur et le comportement d'un sol tourbeux ou d'une tourbe, sans au préalable l'avoir étudié et caractérisé. Examinons le profil du site du dépôt d'Alfred (Fig. 5c). Les matériaux qui le

composent se sont formés et ont évolué dans le temps et l'espace pour se fixer dans des caractères morphologiques propres qu'on peut apprécier à la couleur, à la densité, à la structure et au degré de décomposition des sections de profil. Selon les critères du système canadien de classification des sols[10], nous aurions ici un mésisol typique, mésique. Ainsi,dans la zone de contrôle qui est de 160 cm de profondeur, le deuxième étage du profil (40-120 cm) est modérément et uniformément décomposé. Toutefois, on peut regretter que la notion de composition botanique (origine) des matériaux n'est considérée qu'au niveau de la famille, ce qui donne trop peu d'importance à cet important critère de différenciation.

Examinons un deuxième profil (Lanson, Ste-Clothilde, Qué.) (Fig. 5d). Il s'est transformé physiquement, chimiquement et biologiquement sous l'influence du drainage, de la fertilisation et des cultures. Ces changements se réflètent par la couleur, la compaction, la désintégration et la décomposition des matériaux, principalement ceux de l'étage supérieur. Si plusieurs changements observés ici sont bénéfiques et souhaitables, notamment l'augmentation de la capacité portante et la diminution de l'acidité, par contre certains autres sont nettement négatifs; c'est le cas de la dégradation, la compaction des matériaux tourbeux, et surtout la subsidence, c'est-à-dire, la décomposition de la tourbe par des processus de bio-oxydation, résultant en la perte et l'affaissement du sol. Heureusement, toutes les tourbes n'évoluent pas de la même façon. Ainsi, une

tourbe forestière évolue plus lentement et conserve ses bonnes propriétés physiques plus longtemps qu'une tourbe d'herbacées qui se dégrade très vite, donnant lieu à une compaction hâtive du sol. La tourbe de sphaigne, qui est souvent peu décomposée, a besoin d'une période de conditionnement et de mûrissement en milieu aéré avec l'incorporation d'amendements calcaires avant de devenir un milieu propice à la croissance des plantes.

Si la caractérisation de la tourbe est suffisamment élaborée on obtient une série de caractéristiques qui permettent de comparer les tourbes entre elles et d'interpréter les différences observées en fonction d'un potentiel d'utilisation de ces tourbes. Prenons comme exemple les tourbes apparaissant au tableau 3 [11]; la nature des matériaux et leur évolution propre ont influencé la valeur des propriétés,entre autres, l'indice P_2O_7, le rapport C/N et la valeur calorifique. Les différences sont particulièrement marquées si l'on compare la tourbe de sphaigne (fibrisol de Clair), qui serait un excellent matériau pour l'industrie de la tourbe de mousse (peat moss), et la tourbe de bois et d'herbacées (humisol de Farnham), un matériau de qualité pour la combustion. Les tourbes de Keswick et de St-Chrysostome seraient des matériaux de choix pour les cultures horticoles, en raison des valeurs relativement élevées de la C.E.C., du contenu en cendres, et du pH.

EVALUATION DU POTENTIEL AGRICOLE DES SOLS TOURBEUX ET DES TOURBIERES

Les renseignements obtenus à la suite des études de caractérisation des sols tourbeux permettent non seulement de classifier ces sols mais aussi d'en évaluer le potentiel agricole. Le système d'évaluation est donc basé sur les caractéristiques du sol et sur les critères climatiques et hydrologiques du milieu. Le système d'évaluation qui est utilisé en Ontario et mis à l'essai au Manitoba et en Colombie-Britannique [12] regroupe les sols tourbeux en 7 classes selon le degré de limitation dans leur utilisation (Annexe A). On attribue une valeur numérique à chacune des 10 contraintes considérées pour obtenir l'indice qui détermine la classe.

Ce système est applicable dans un contexte où les contraintes sont continues, c'est-à-dire, après l'aménagement de la tourbière. On a aussi développé un système pour évaluer le degré de difficulté d'aménagement des sites vierges (Annexe B).

Ces systèmes sont basés sur des principes valables et facile à comprendre, mais il n'en vas pas de même pour leur application. Les problèmes d'application reflètent un besoin d'ajustements. Il n'y a pas de doute que les critères de classement n'ont pas été suffisamment éprouvés.

Il faudrait souligner également qu'un guide d'utilisation pour

les tourbières du Québec et des Maritimes a été récemment proposé (Tableau 4). Ce guide [13] a le mérite d'inclure un grand nombre de paramètres qui conviennent mieux aux milieux tourbeux que ceux des guides proposés antérieurement, où l'adaptation à partir des sols minéraux est évidente.

PERSPECTIVES D'AVENIR

En guise de conclusion, voici quelques considérations sur les perspectives d'avenir relatives au développement et à l'expansion de l'industrie agricole dans les tourbières au Canada.

Malgré nos immenses étendues de tourbières, l'activité agricole va, pour une période prévisible, demeurer concentrée dans les régions où elle est déjà établie, et cela pour des raisons d'ordre climatique et économique. Evidemment, des impératifs économiques comme la diminution des étendues de terres arables, soumises qu'elles sont au grignotement constant de l'expansion urbaine et industrielle, la perte de fertilité et la détérioration physique de certains sols cultivés forceront les producteurs à aller davantage vers les tourbières en guise de compensation. Le phénomène se produira dans les régions les plus populeuses déjà mal pourvues en sol arable.

De plus, l'amélioration des techniques de culture et de régie des sols tourbeux pourrait assurer une utilisation plus rationelle de ces sols déjà en exploitation; même rendre possible l'aménagement

de certains dépôts demeurés inutilisés à ce jour, faute d'expertise appropriée. On peut prévoir également dans la perspective d'une exploitation minière accrue de la tourbe, une contribution importante du secteur agricole dans la récupération des sites exploités (tourbières résiduelles).

Il demeure que l'exploitation des tourbières étant d'abord soumise à des considérations d'ordre économique, et en fait, aux priorités de l'économie nationale, les dépôts organiques ne devraient pas être exploités sans qu'on ait au préalable établi leur vocation utilitaire. On peut dire, du moins pour les régions climatiques les plus tempérées du pays, que la valeur des tourbières dépend en fin de compte de leur potentiel agricole et que ce principe devrait guider les politiques de développement et d'exploitation.

REMERCIEMENTS

L'auteur remercie les généreux collaborateurs qui ont bien voulu lui fournir des données de première main, entre autres, MM. M. Valk, Ont.; P. Sauriol, Qué.; et A.L. van Ryswyk, C.-B.

REFERENCES

1. LOGAN, W.E.
1946. Geological Survey of Canada, Report of Progress year 1945-46. pp 97 - 106.

2. RISI, J., BRUNETTE, C.E., SPENCE, D. and GIRARD, H.
1953. A Chemical Study of the Peats of Quebec. Quebec Department of Mines. P.R.N. 282.

3. HUNT, T.S.
1950. Geological Survey of Canada, Report of Progress, year 1949-50, 85 p.

4. SMITH, H.A.
1962. The Holland Marsh. A thesis, Univesity of Toronto, 144 p.

5. MCKIBBIN, R.R. and STOBBE, P.C.
1936. Les sols organiques du sud-ouest du Québec. Publication 499. Agriculture Canada, Ottawa.

6. TIBBETTS, T.E. and ISMAIL, A.
1980. A Canadian approach to peat energy. Symposium on Peat as an Energy Alternative. Arlington, Virginia. pp. 663-677.

7. WELLS, E.D. and POLLETT, F.C.
1980. The potential of peatlands for forestry and fuel in Newfoundland. - Proceedings of a Workshop on Organic Soil Mapping and Interpretation in Newfoundland, St.John's. pp. 14-32.

8. MONENCO ONTARIO LIMITED
1981. Evaluation of the Potential of Peat in Ontario Ontario Ministry of Natural Resources, Mineral Resources Branch, Occasional Paper No. 7, 193 p.

9. CENTRAL INTERIOR FORAGE EXTENSION COMMITTEE
1981. Management and Improvement of Organic Wetlands in the interior of British Columbia. British Columbia Ministry of Agriculture and Food, 81-3, 13 p.

10. COMMISSION CANADIENNE DE PEDOLOGIE.
1978. Le système Canadien de Classification des Sols. Agriculture Canada, publication 1646.

11. LEVESQUE, M. and DINEL, H.
1981. Some morphological and chemical aspects of peats applied to the characterization of histosols. Soil Science 133: pp.324-332.

12. NOWLAND, J.L.
1980. Interpretation of organic soil properties for agriculture. Proceedings of a Workshop on Organic Soil Mapping and Interpretation in Newfoundland, St. John's. pp. 79-98.

13. PARENT, L.E.
1980. Guide d'Utilisation des Tourbières au Québec et dans les Maritimes. Agriculture Canada, St. Jean, Québec. B.T. no. 15, 41 p.

BIBLIOGRAPHIE

BROWNE, F.S.
1951. L'exploitation des sols organiques pour la production des légumes. Publication 853, Agriculture Canada, Ottawa.

JASMIN, J.J. and HEENEY, H.B.
1960. Reclaiming acid dome peat bogs for agriculture use. Publication 1089, Agriculture Canada, Ottawa.

JASMIN, J.J., HAMILTON, H.A., MILLETTE, J., HOGUE, E.J. and BERNIER, R.
1977. Mise en production des sols organiques. B.T.11, Agricuture Canada, St. Jean, Québec.

LEESON, B. et al.
1969. An organic soil capability classification for agriculture and study of the organic soils of Simcoe County, Ontario. ARDA, Guelph. 82 p.

LEVESQUE, M. and DINEL, H.
1977. Fiber content, particle-size distribution and

some related properties of four peat materials in Eastern Canada. Can J. Soil Sci. 57: pp. 187-195.

LEVESQUE, M. and MILLETTE, J.A.
1977. Description morphologique et aspects chimiques de la tourbière à laîches de Farnham, Québec. Naturaliste. Can. 104: pp. 511-526

LEVESQUE, M. and DINEL, H.
1978. Applicability of thermal methods for the characterization of peats and plants. Geoderma 20: pp. 201-213.

LEVESQUE, M. and MATHUR, S.P.
1979. A comparison of various means of measuring the degree of decomposition of virgin peat materials in the context of their biodegradability. Can. J. Soil Sci. 59: pp. 397-400.

LEVESQUE, M., DINEL, H., and MARCOUX, R.
1980. Evaluation des critères de différenciation pour la classification de 92 matériaux tourbeux du Québec et de l'Ontario. Can. J. Soil Sci. 60: pp. 479-486.

LEVESQUE, M., MORITA, H., SCHNITZER, M. and MATHUR, S.P.
1980. The physical, chemical and morphological features of some Quebec and Ontario peats. Agriculture Canada, Ottawa. A monograph. 70 p.

LEVESQUE, M. and POLO, A.
1981. Morphological, botanical and chemical aspects of peats from Baupte bog (Manche), France, as affected by drainage. Proc. Intern. Peat Symposium, Bemidji (USA). pp. 445-474.

LEVESQUE, M.
1981. Characterization and differentiation of peat materials in the context of peat soil classification. Proceedings of a Workshop on Organic Soils Mapping and Interpretation. Fredericton, N.B. (in press).

LEVESQUE, M., MATHUR, S.P. and RICHARD, P.J.H.
1982. A study of physical and chemical changes in a cultivated organic soil based on palynological synchronization of subsurface layers. Naturaliste Can.

(in press).

MATHUR, S.P., LEVESQUE, M. and RICHARD, P.J.H.
1982. The establishment of synchrony between subsurface layers and estimation of overall subsidence of cultivated organic soils by a palynological method. Can. J. Soil Sci. 62 (in press).

MASS, E.F.
1971. The organic soils of Vancouver Island. Agriculture Canada. A monograph. 135 p.

MCLEAN, A., NICHOLSON, H.H. and VAN RYSWYK, A.L.
1963. Growth, productivity and chemical composition of a sub-alpine meadow in Interior B.C. Jours. Range Management, 16: pp. 235-340.

MILLS, G.F., HOPKINS, L.A., and SMITH, R.E.
1977. Organic soils of the Roseau River watershed in Manitoba. Can. Dept. Agric. Monograph no. 17. 69 p.

RAYMENT, A.F. and CHANCEY, W.R.
1966. Peat soils in Newfoundland reclamation and use. Agricultural Instiure Review. (Jan.-Feb.).

SHUTT, F.T. and WRIGHT, L.E.
1933. Peat, much and acid deposits. Bulletin No. 124. Agriculture Canada, Ottawa.

TARNOCAI, C.
1980. Development of organic soils and description of peat materials. Proc. Workshop on Organic Soil Mapping and Interpretation in Newfoundland, St. John's. pp. 39-46.

VALK, M.
1973. Management of organic soils. Ont. Min. Agric. & Food Fact. sheet. March 1973 (AGDEY512). pp.4.

VAN RYSWYK, A.L., PRINGLE, W.L. and J.A., NEUFELD, J.H.
1974. Response of Reed Canary Grass grown on ten British Columbia organic soils to N,P,K and lime. Can. J. Soil Sci. 54: pp. 253-285.

VEER, C.
1978. The Organic Soils of Prince Edward Island (Preliminary report). Agriculture Canada. 24 p.

TABLEAU 1. SUPERFICIES TOTALE ET CULTIVEE DES TOURBIERES AU CANADA PAR PROVINCE

	Total (1,000 ha)	Cultivé (ha)
Terre-Neuve	3,500	75
Ile-du-Prince-Edouard	3	-
Nouvelle-Ecosse	160	125
Nouveau-Brunswick	140	50
Québec	12,000	7,100
Ontario	16,000	6,500
Manitoba	21,000	300
Saskatchewan	4,000	-
Alberta	10,000	-
Colombie-Britannique	2,000	1,250

1. Tibbetts, 1980; Wells et Pollett, 1980; Monenco Ont. Ltd., 1981; et autres.
2. Excluant des étendues importantes de pâturages naturels.

TABLEAU 2. SUPERFICIE (ha) DES SOLS TOURBEUX UTILISES POUR LA PRODUCTION HORTICOLE, FRUITIERE ET FOURRAGERE PAR REGION OU PROVINCE

Productions Principales	Provinces Atlantiques	Québec	Ontario	Provinces des Prairies	C.-B.
Carottes	75	3200	1800	-	100
Oignons	-	1100	2200	-	50
Laitue	10	1000	575	-	100
Céleri	-	275	225	-	-
Pommes de terre	-	500	1000	-	500
Autres légumes	25	780	318	25	100
Canneberges	-	-	-	-	75
Bleuets	10	-	-	-	15
Gazon	-	200	300	150	-
Prairies et pâturages cultivés	50	-	-	-	175
Céréales	-	-	-	150	-
Riz sauvage	10	-	-	25	-

TABLEAU 3. PROPRIETES PHYSIQUES ET CHIMIQUES, ET COMPOSITION BOTANIQUE DE CINQ DIFFERENTS MATERIAUX TOURBEUX[1]

	Tourbe de bois et d'herbacées (Farnham)	Tourbe de laîches (Ormstown)	Tourbe de roseaux et d'herbacées (Keswick)	Tourbe forestière (St-Chrysostome)	Tourbe de sphaigne (Clair)
pH	3.30	3.66	5.09	4.38	3.01
Fibres frottées (%)	8.6	23.3	28.0	34.0	59.3
Cendres (%)	1.9	2.1	7.8	5.4	0.5
Densité apparente (g/cm)	0.115	0.114	0.145	0.131	0.068
Valeur calorifique(cal/g)	5891	5745	5030	5101	4890
C.éch.cationique me/100g	131	122	154	171	144
Indice P_2O_7	35.4	16.7	11.0	10.6	8.0
Carbone (%)	54.9	53.9	47.2	51.5	50.3
C/N	40.7	33.1	16.9	42.9	99.2
Ca/Mg	29.1	10.3	20.3	5.7	2.7
Composition botanique					
Bois (%)	50	15	12	83	15
Laîches (%)	40	77	62	8	8
Mousses (%)	10	8	26	9	77

1. Lévesque et Dinel, 1982.

TABLEAU 4. EVALUATION DU POTENTIEL AGRICOLE ET MINIER DES SOLS ORGANIQUES[1]

Paramètres		Valeur Numérique Agriculture	Tourbe horticole (Peat moss)	Tourbe combustible (fuel peat)
CLIMAT (T)				
Cryoboréal		2	2	2
Boréal		1	0	0
Mésique		0	0	0
STRATIGRAPHIE (EPAISSEUR TOTALE APRES AFFAISSEMENT) (cm)				
>160		0	0	0
120-160	Sur sol minéral ou terre coprogène	0	0	0
	Sur substrat défavorable(1)	1	0	0
80-120	Sur sol minéral	1	1	2
	Sur terre coprogène	2	1	2
	Sur substrat défavorable(1)	1	1	2
40-80	Sur loam ou argile	1	3	4
	Sur sable	2	3	4
	Sur terre coprogène	3	3	4
	Sur substrat défavorable(1)	4	3	4
<40	Sol minéral	-	-	-
	Terre coprogène	4	-	-
ORIGINE DE LA TOURBE				
Tourbe de laîche et de roseau		0	0	0
Tourbe d'aulne		0	-	0
Tourbe d'hypnacées		1	0	1
Tourbe forestière (2)	1-5%	1	1	0
	>5%	2	-	1
Tourbe de linaigrette ou de scirpe		1	0	1
Tourbe de sphaigne		0	0	0
pH < 4.5		1	0	0
4.5-7.5		0	-	(% cendres)
>7.5		1	-	-

1. Parent, 1980.

TABLEAU 4. (suite)

Paramètres		Valeur numérique		
		Agri-culture	Tourbe horticole (Peat moss)	Tourbe com-bustible (Fuel peat)
Salinité <4 mmhos/cm		0	-	-
4-8 "		1	-	-
9-16 "		3	-	-
>16 "		5	-	-
Fer réduit dans l'eau du sol				
<2.5 mg/l		0	-	-
>2.5 mg/m		1	-	-
DEGRE DE PULVERISATION EN SURFACE (0-40cm)				
0-30 cm de tourbe amorphe-granulaire		0	-	-
>30 cm de tourbe amorphe-granulaire		1	-	-
DEGRE DE DECOMPOSITION				
(Agriculture: 40-120 cm; tourbe horticole ou combustible: tout le dépôt)				
Classe	Zone d'humidité			
Fibrique (3)	f,e	1	0	-
	d	0	1	-
	c,b	0	4	-
Mésique (3)	f,e	0	-	1
	d	0	-	2
	c,b	1	-	5
Humique	f,e	2	-	0
	d	1	-	1
	c,b	2	-	4
HYDRO-TOPOGRAPHIE (excès d'eau, inondation) (4)				
Pas de dommage aux récoltes		0	0	0
Dommages mineurs (contrôle marginal)		2	2	2
Perte(s) de récolte(s) (pas de contrôle)		4	4	4
Pas de récolte possible		6	6	6

ANNEXE A. REGROUPEMENT DES SOLS ORGANIQUES SELON LEUR POTENTIEL AGRICOLE [1]

A. Caractéristiques physiques utilisées pour déterminer le regroupement des sols organiques.

Facteur	Valeur Numérique
TEMPERATURE DU SOL	
Isohyperthermique	0
Isothermique	0
Hyperthermique	0
Thermique	0
Mésique	0
Isomésique	0
Frigide	25
Cryique	60
Pergélique	90
CONTROLE DE L'EAU	
Adéquat	0
Marginal	35
Aucun	55
FRAGMENTS GROSSIERS (bois>10 cm de diamètre) (volume (%) en dedans de 130 cm)	
<1%	0
1-5% (1-25%)	20
>5% (25-50%)	50
COUCHES MINERALES OU LIMNIQUES (épaisseur en dedans de 130 cm)	
<5 cm	0
5-30 cm	20
SALINITE (mmhos/cm) (tension de l'eau: 5cm)	
0-4	0
4-8	20
8-16	50
>16	75
COUCHES DE BOIS (épaisseur en dedans de 130 cm)	
<8 cm	0
>8 cm	20

1. Nowland, 1980.

ANNEXE A. (suite)

Facteur	Valeur Numérique
EPAISSEUR DES MATERIAUX ORGANIQUES	
>180 cm	0
130-180 cm	10 (15)
90-130 cm	20 (15)
<90 cm	40 (35)
MATERIAUX SOUS-JACENTS (en dedans de 130 cm)	
Loameux	0
Argileux	10 (5)
Sableux	20 (10)
Terre de diatomées	20 (15)
Terre coprogène	25 (15)
Marne	30 (15)
Squelettiques	40 (30)
Rocheux ou framentaires	50
SOUFRE (poids (%) en dedans de 100 cm)	
<0.4	0
0.4-.75	50
>0.75	75
PENTE (%)	
<6	0
6-12	20
>12	50

B. Regroupement des sols organiques

Ce système groupe les sols tourbeux en 7 classes, selon le degré de limitation dans leur utilisation.
Chaque subdivision des dix caractéristiques du sol énumérées ci-haut (i.e. température du sol, contrôle de l'eau, etc), comporte une valeur numérique. Pour déterminer la classe, il faut d'abord soustraire de 100 la somme des valeurs numériques des caractéristiques qui s'appliquent au sol à évaluer. Il suffit ensuite de trouver la classe correspondant à ce chiffre dans le tableau suivant:

	Classe
85-100	1
70-80	2
55-65	3
40-50	4
25-35	5
10-20	6
0-10	7

ANNEXE B. CARACTERISTIQUES PHYSIQUES UTILISEES POUR EVALUER LE DEGRE DE DIFFICULTE D'AMENAGEMENT[1]

Densité de la couverture végétale	Surplus d'eau et inondation du terrain	Relief superficiel
0 - Légère (herbacées, roseaux,etc.)	0 - Jamais	0 - Aucun
20 - Moyenne (broussailles, arbrisseaux	35 - Fréquent	35 - Dépressions et monticules 30-60 cm
35 - Forte (arbres nombreux et de forte taille)	65 - Extrême	50 - Dépressions et monticules >60 cm

Fragments grossiers
(bois >10 cm de diamètre volume (%) en dedans de 130 cm)

(0)	<1%
(20)	1 - 5%
(50)	>5%

Matériaux sous-jacents
(en dedans de 130 cm)

0	Loameux
10	Argileux
20	Sableux
20	Terre de diatomées
25	Terre coprogène
30	Marne
40	Squelettiques
50	Rocheux ou fragmentaires

Couches de bois
(épaisseur en dedans de 130 cm)

(0)	<8 cm
(20)	>8 cm

Pour déterminer le degré de difficulté d'aménagement (groupes 1 à 3), il faut soustraire de 100 la somme des valeurs numériques des facteurs qui s'appliquent au sol à évaluer. A l'aide de ce chiffre, le groupe s'obtient selon le tableau ci-dessous:

Groupe 1	>55
Groupe 2	40 - 50
Groupe 3	<50

Les recommandations de développement de sites devraient être basées sur le degré de difficulté d'aménagement ainsi que sur les classes regroupant les sols organiques selon leur potentiel agricole.

---

1. Nowland, 1980.

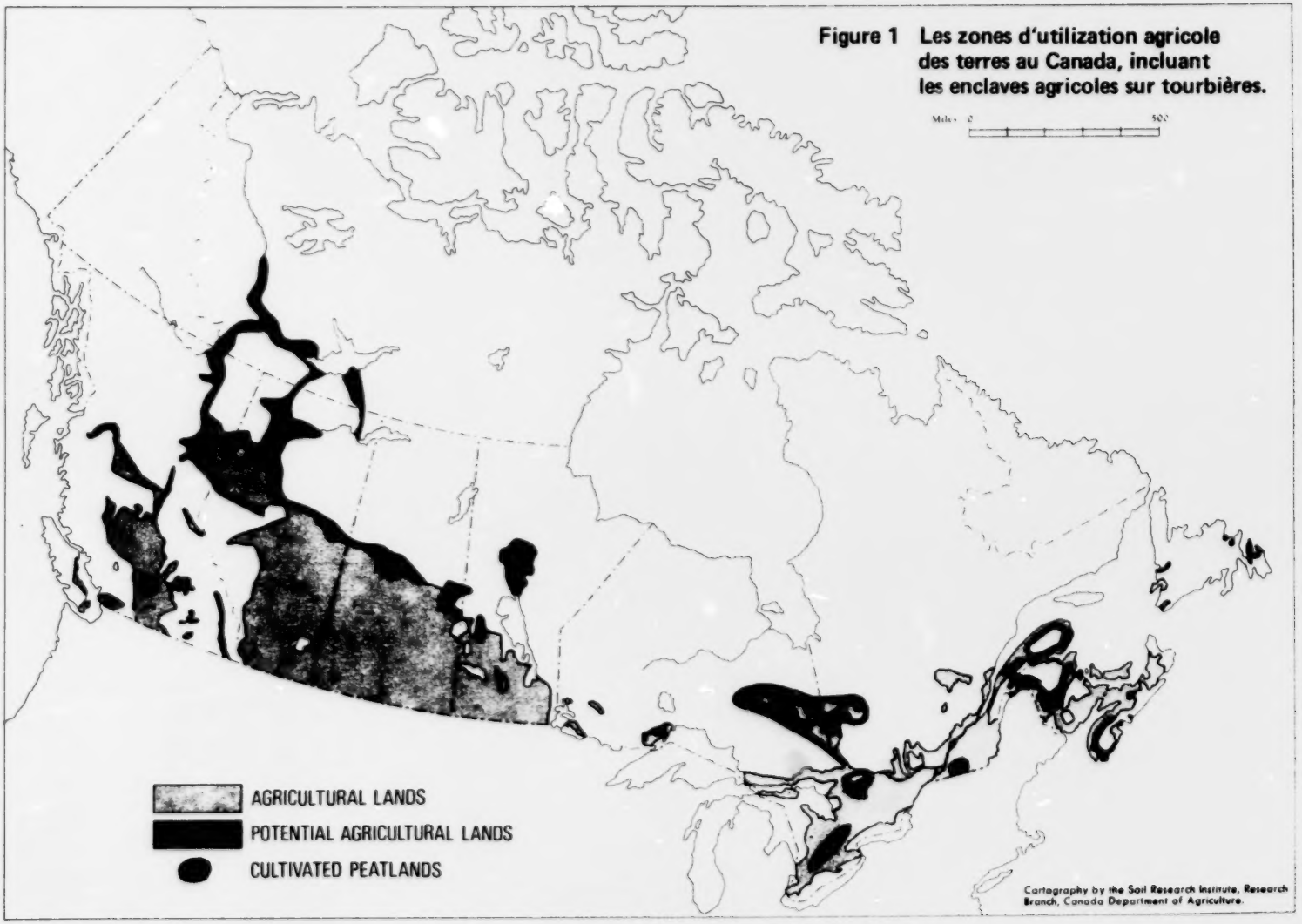


Figure 1 **Les zones d'utilization agricole des terres au Canada, incluant les enclaves agricoles sur tourbières.**

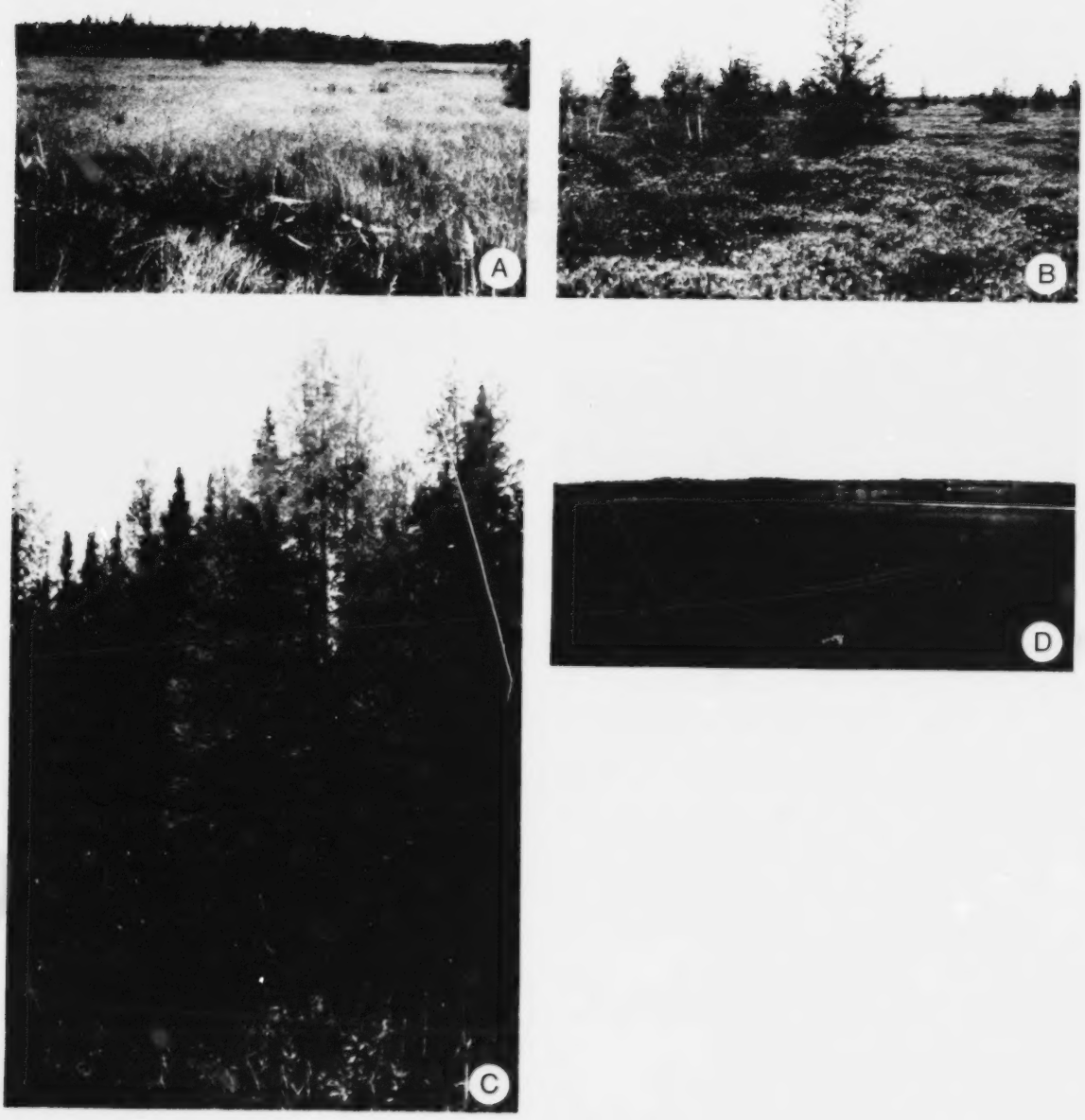


Figure 2 Quelques exemples de tourbières vierges:
(A) fen — Riverton, Man.
(B) bog — Alfred, Ont.
(C) swamp boisé — St-Chrysostome, Qué.
(D) marsh — St-Andrews, I.P.E.

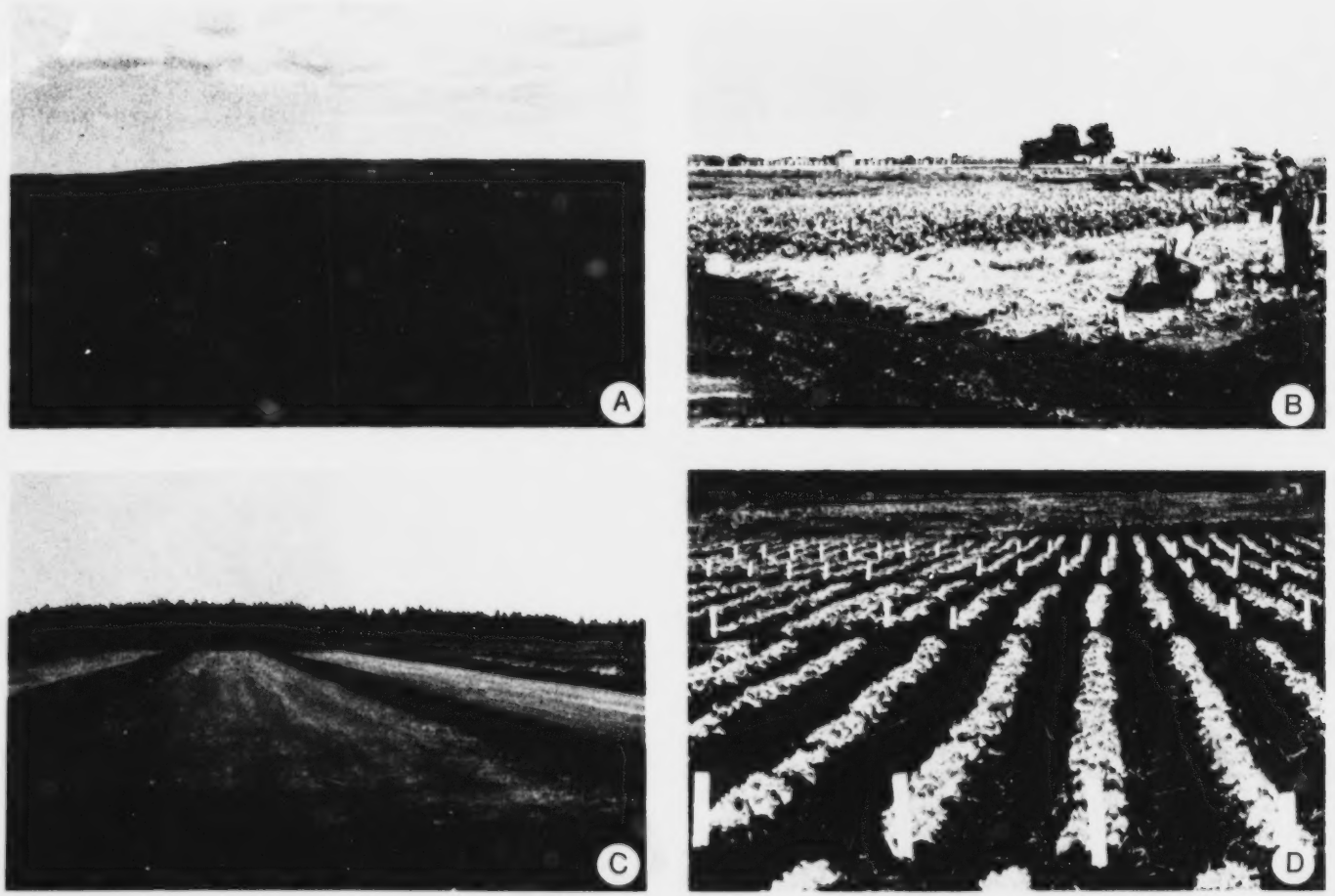


Figure 3 Productions agricoles sur différent types de tourbière (Est Canadien):

(A) carrottes — Fen de transition, Ormstown, Qué.
(B) oignons et céleri — Marsh, Holland Marsh, Ont.
(C) gazon — Swamp, St-Blaise, Qué.
(D) laitue — Bog à dome, Botwood, T.N.

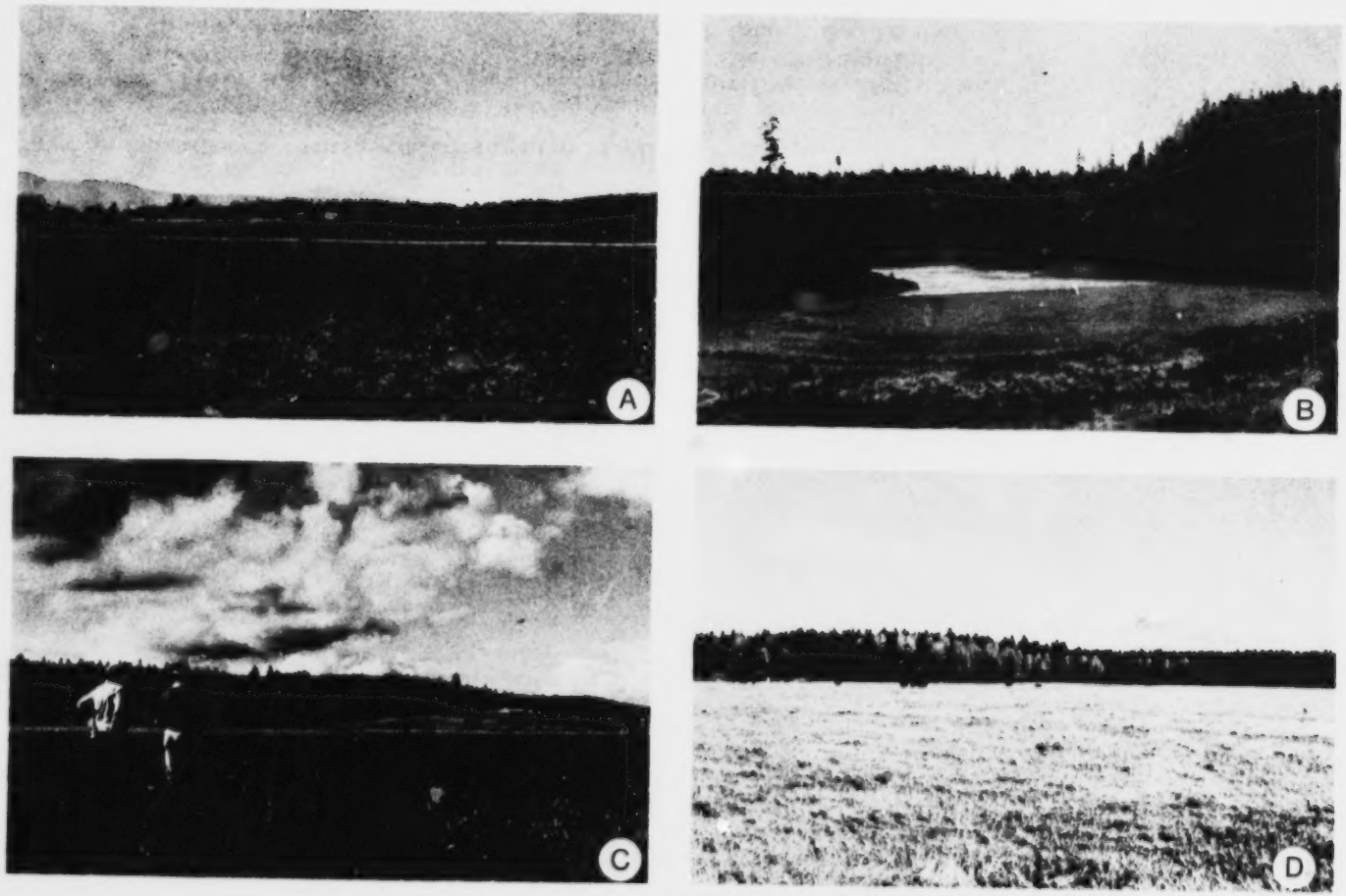


Figure 4 Production agricoles sur différent types de tourbière (Colombie Britannique):

(A) pommes de terre — Fen limnique, Ile de Vancouver
(B) foin et paturage — Fen limnique, Ile de Vancouver
(C) foin — Meadow fen, Plateau Intérieur, B.C.
(D) foin et paturage — Meadow fen, Plateau Intérieur, B.C.

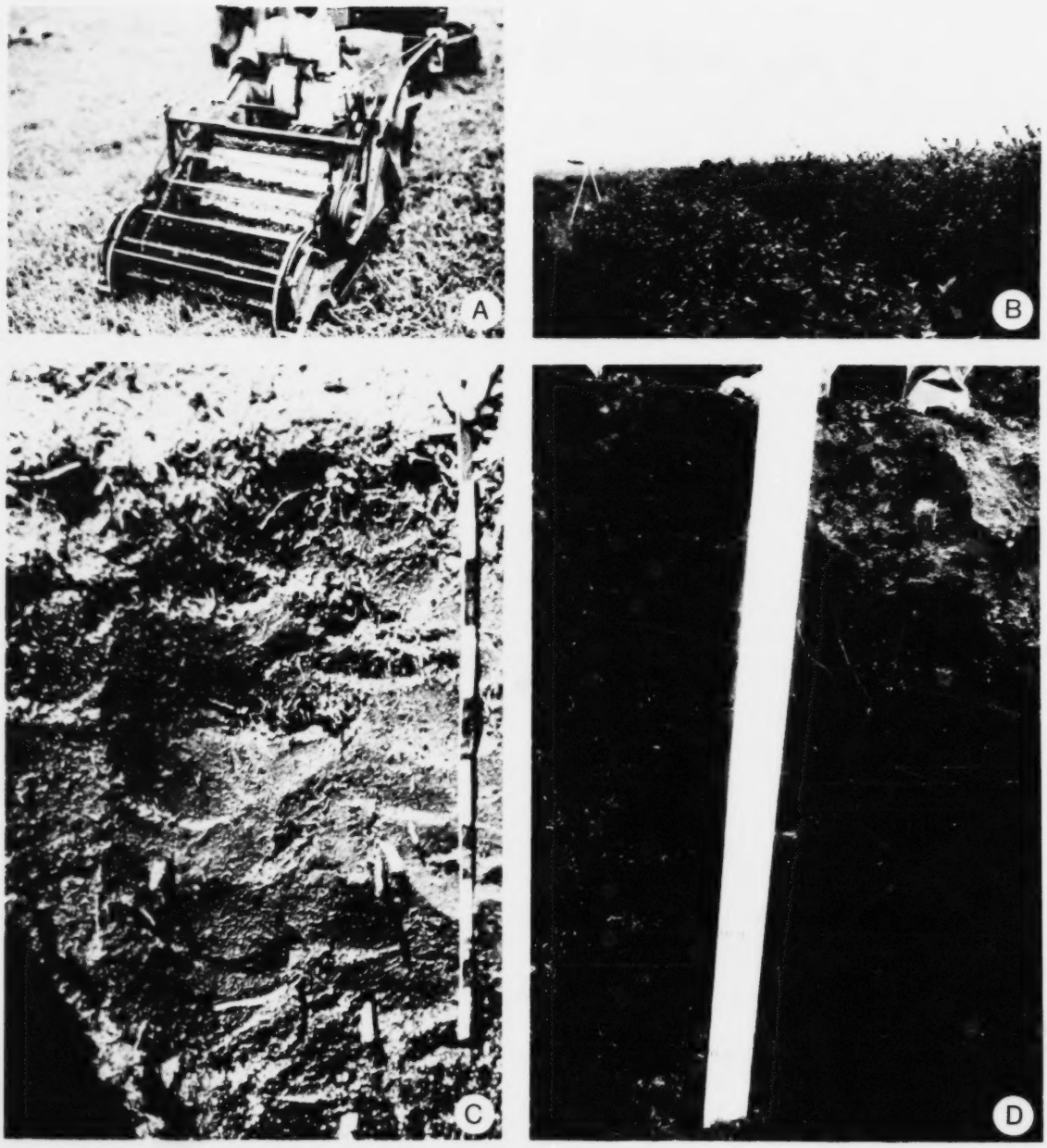


Figure 5 Production specialisées sur tourbières résiduelles:

(A) canneberges, Delta, B.C.

(B) bleuets

Profile de sols tourbeux:

(C) vierge — Alfred, Ont.

(D) cultivé — Ste-Clotilde, Qué.

DRAINAGE DES FORETS EN EUROPE PENDANT LES ANNEES 1980
FOREST DRAINAGE ACTIVITY IN EUROPE IN THE 1980's

Leo Heikurainen
UNIVERSITY OF HELSINKI, Finlande

RESUME

Cet article traite des travaux actuels en foresterie dans les tourbières et autres sols extrêmement humides en Europe. Des statistiques démontrent que la superficie drainée annuellement dans les pays européens est de près d'un demi-million d'hectares et que l'ensemble de la superficie forestière drainée et améliorée pendant cette décennie atteindra environ 20 millions d'hectares. La description des activités de drainage des forêts porte principalement sur les systèmes et les machines utilisées. L'entretien des canaux et les coûts sont également étudiés. Les caractéristiques sylvicoles et les problèmes de fertilisation dans les forêts tourbeuses drainées seront décrits. Pour terminer, il est question des conséquences environnementales du drainage des forêts.

ABSTRACT

The paper deals with the forestry improvement work of today on European peatlands and other extremely wet soils. The statistics show the annually drained area in Europe to be around half a million hectares, and that the whole drained and improved forest area during this decade will be about 20 mill. hectares. The main emphasis in the description of forest drainage activity is placed on the drainage systems and machinery used. Also the maintenance of ditches and costs are discussed. Silvicultural features and fertilizing problems on drained peatland forests are described. Finally, references are made to the environmental consequences caused by forest drainage.

INTRODUCTION

Faire l'historique du drainage des forêts en Europe n'est certes pas une tâche facile. Les documents révèlent que les premiers travaux de drainage ont été faits en Italie, environ 300 ans avant Jésus-Christ, dans la région marécageuse de Paludi Pontine. Ce drainage n'a toutefois pas été fait pour des fins forestières. Des récits historiques ont démontré que les vrais travaux de drainage en foresterie étaient déjà commencés au 18ième siècle en

Bavière et au Schwarzwald. En 1850, ans les pays baltes, près de la ville de Riga, environ 40 km^2 ont été drainés pour fin forestière. Wilhelm Ostwald, scientiste en foresterie bien connu, fit la planification de cet important projet. A la fin du 19ième siècle, des travaux de drainage des forêts étaient amorcés dans plusieurs autres pays, tels la France, les Pays-Bas, L'Irlande, la Suède et la Finlande.

Plusieurs raisons ont motivé le drainage des forêts européennes. L'agriculture en était la raison première, mais naturellement, toute forêt avoisinante était également affectée positivement. Il arrivait parfois que le drainage vise à améliorer l'environnement, à augmenter l'approvisionnement en eau pour fin énergétique ou encore, à donner de l'emploi aux chômeurs. Au cours des dernières décennies, l'augmentation de la productivité forestière est la principale raison pour laquelle on a recours au drainage en Europe.

CONCEPTS

Au sens large, le concept du drainage forestier comprend non seulement le creusage de canaux dans les marécages et les forêts paludifiées, mais aussi l'entretien de ces canaux et des autres constructions (caniveaux, ponts, etc.), qui assurent un drainage artificel adéquat et une croissance satisfaisante des forêts. Dans un sens encore plus large, cette notion englobe également la

création et l'entretien d'une forêt appropriée à la surface drainée. Dans certains cas, cette forêt existe déjà au départ, mais dans d'autres situations, il doit y avoir reboisement. Les opérations d'entretien de cette forêt peuvent comprendre l'éclaircissage, la fertilisation, etc. Le concept de drainage forestier comprend habituellement les moyens employés pour le drainage et l'entretien des canaux, tandis que le reboisement, la coupe, la fertilisation etc. n'en font pas toujours partie. A mon avis, l'un ne va pas sans l'autre; sans l'aménagement de la forêt, les bonnes conditions d'eau et de sol crées par le drainage sont inutiles.

L'AMPLEUR DES TRAVAUX

Les activités de drainage forestier en Europe se chiffrent à un demi-million d'hectares par année. On a estimé que la superficie drainée vers le milieu de la décennie atteindra environ 17.5 millions d'hectares, tel qu'illustré ci-après:

Pays ou région	Drainage annuel (en milles ha)	Superficie totale drainée
URSS	250	7,000
Finlande	110	6,000
Suède	30	1,200
Grande-Bretagne	20	800
Pologne	10	750

RFA	10	600
Norvège	10	430
Irlande du Nord	5	250
République d'Irlande	5	100
Tchécoslovaquie	5	70
Autres	20	300
	475	17,500

Dans plusieurs pays, les travaux de drainage ont presque atteint le niveau prévu pour des fins forestières. En d'autres mots, la superficie drainée annuellement devrait diminuer d'ici quelques années. Par exemple, dans mon pays, la Finlande, on prévoit drainer 6.5 millions d'hectares au total. La situation est probablement la même en Grande-Bretagne, en Pologne et dans la RFA; seules la Suède et peut-être l'Union-Soviétique augmenteront leurs activités de drainage dans un avenir rapproché.

Donc, d'ici 1985, la superficie totale drainée sera de 17.5 milles hectares, et vraisemblablement 20 millions d'hectares, d'ici la fin de la décennie. Ceci ne représente qu'environ 6% de toute la forêt productive en Europe. Dans certains pays, par contre, la superficie des forêts tourbeuses drainées peut-être assez considérable, comme par exemple en Finlande, où elle représente 30% des forêts.

SYSTEMES DE DRAINAGE

Les systèmes de drainage actuels sont planifiés à partir de calculs théoriques basés sur des mesures de la tension d'eau; ceci dans le but d'obtenir les normes de drainage recherchées. On doit également faire appel à de nombreuses expériences sur le terrain, afin de déterminer la profondeur moyenne appropriée de la nappe phréatique. L'avantage des sols tourbeux par rapport aux sols minéraux c'est la possibilité d'en modifier les conditions d'eau de façon à favoriser la croissance des arbres. La pénurie d'eau dans les sols minéraux est, en effet, le facteur limitatif de croissance le plus important.

Il existe certaines formules pour déterminer la distance optimale entre les canaux, S (m). Les facteurs qui entrent en jeu sont: la profondeur des canaux, h (m); la précipitation pendant la saison de croissance, p (mm/24h); et l'imperméabilité du sol, k (constante de Darcy) en mm/24h. Voici la formule de Richard (1963) [1], qui permet d'effectuer ce calcul:

$$S = 2\,(h-n)\,\frac{k}{p}$$

Au moyen de nombreuses expériences sur le terrain, il a été possible de représenter graphiquement les différentes profondeurs moyennes de la nappe phréatique en fonction de la distance entre les canaux et de leur profondeur. (Meshechock (1969) [2]).

Il est également possible de calculer le drainage biologique optimal en se basant sur la relation entre la croissance et la tension d'eau (pF) et de plus, entre la tension et la profondeur de la nappe phréatique. Selon mes calculs, le drainage optimal, d'après les conditions existantes dans mon pays, se situe entre 70 et 90 cm.

Le drainage le plus économique n'est pas aussi efficace que le drainage biologique optimal. Selon les calculs de Sabo (1963) [3] et de Keltikangas (1971) [4] , la distance la plus économique entre les canaux est deux fois plus longue que celle employée pour le drainage biologique optimal. Par exemple, si le drainage biologique optimal d'un marais exige que les canaux soient espacés à 15 mètres (90 cm de profondeur), l'espacement le plus économique serait d'environ 30 mètres.

La théorie du drainage optimal peut être très compliquée, surtout lorsque l'on tient compte du drainage optimal économique. Les résultats dépendent des niveaux de productivité, qui varient selon la fertilité du sol, la région climatique, les espèces d'arbres, etc. Les coûts, les taux d'intérêts et la période de temps entre l'investissement (i.e. drainage) et le revenu jouent un rôle décisif dans ces calculs. Sur une grande échelle, la formule de Richard donne l'espacement qui dépend le plus des facteurs climatiques - surtout des précipitations pendant la saison de croissance.

Cependant, en pratique, l'espacement et la profondeur des canaux sont non seulement basés sur des formules et des théories, mais plutôt sur l'expérience. Je ne veux toutefois pas nier l'importance de la recherche dans ce domaine. Certaines informations doivent encore être recueillies sur le terrain et analysées dans le cadre de plusieurs projets d'étude. J'ai moi-même plusieurs rapports portant sur des expériences concernant des programmes de drainage actuels. (Heikurainen (1959) [5],(1980) [6]).

Selon ces documents, voici les combinaisons de profondeur et d'espacement des canaux les plus courants dans les différentes régions climatiques.

REGION OU PAYS	CLIMAT	PROFONDEUR DES CANAUX (cm)	ESPACEMENT (m)
Ukraine	Continental,assez chaud	120	80-120
Biélorussie	Continental, tempéré	110	70-100
Finlande	A tendance continentale,frais	90	35-50
Norvège	A tendance maritime, frais	80	20-30
Ecosse	Maritime, tempéré	80	15-25
Irlande du Nord	Très maritime, frais	70	10-20

D'après les chiffres précédents, plus le climat est maritime et frais, plus le drainage doit être efficace. La diminution en profondeur des canaux peut être expliquée en fonction du développement de la machinerie lourde utilisée pour les creuser.

Cet équipement rend difficile l'excavation de canaux profonds lorsque ceux-ci sont relativement peu espacés, comme c'est le cas ici. De plus dans les climats maritimes, les canaux sont creusés surtout pour y diriger l'eau de pluie.

En plus des canaux profonds, on a également recours à des canaux peu profonds, surtout lorqu'il faut reboiser. On utilise habituellement des charrues légères, et le matériau enlevé est utilisé pour la préparation du sol en vue de la culture. L'efficacité de ces canaux peu profonds ne dure habituellement que 5 à 10 ans (Päivänen (1980) [7]).

Il y a quelque temps, on discutait beaucoup des systèmes de drainage: un système comprenant beaucoup de canaux peu profonds est-il préférable à un système comprenant peu de canaux profonds? Jusqu'à un certain point, ces deux procédés s'équivalent, mais des recherches récentes ont démontré que la profondeur des canaux est une variable des plus importantes dans l'efficacité du drainage. (Heikurainen 1980) [8] . Afin que les rapports d'eau dans le sol soient propices à la croissance forestière, les canaux doivent avoir entre 80 et 90 cm de profondeur.

MACHINERIE

Les machines les plus utilisées pour le drainage forestier sont

les charrues, les excavateurs et les rigoleuses rotatives. Je crois que le stade de développement de ces machines est tellement avancé que l'on ne peut prévoir, dans un proche avenir, l'avènement de machines ou d'inventions révolutionnaires offrant de nouvelles techniques. On peut, toutefois, s'attendre à ce que les machines actuelles soient encore améliorées.

Les charrues lourdes (5-6 tonnes) tirées par un treuil rattaché à un bulldozer (16-26 tonnes) ne sont que très peu utilisées sur les grandes superficies drainées au nord de la Finlande. Pendant les années '60 et '70, on voyait beaucoup ces machines, mais de nos jours, elles ont presque complètement disparu. Ailleurs, seules la Suède et la Carélie Soviétique ont essayé cet équipement, quoique sur une plus petite échelle.

Par contre on retrouve communément les charrues à un ou deux socs en Grande-Bretagne, en Irlande et en Norvège. Ces charrues légères sont surtout utilisées pour les opérations de reboisement sur des tourbières peu ou pas boisées. En plus des canaux peu profonds, ces machines creusent aussi des canaux ordinaires.

Les machines équipées d'unités hydrauliques pour excaver sont couramment utilisées et représentent la majeure partie de la machinerie dont on se sert de nos jours pour creuser les canaux. Les lourds tracteurs utilisés en forêt et sur la ferme servent toujours, mais on retrouve de plus en plus de machines motorisées spécialement conçues pour creuser et entretenir les canaux en

forêt. Les développements en hydraulique avancée représentent le plus important progrès dans ce domaine. Le tableau ci-dessous nous montre certains détails relatifs aux deux excavateurs d'origine finlandaise les plus courants.

	ULTRA UM 475	LANNEN UM 4
Largeur-longeur-hauteur	2.48-7.85-4.60m	2.50-7.50-4.00m
Poids	10,000kg	9,000kg
Moteur	Valmet 1112 ;79kw	Valmet411;69kw
Capacité d'excavation	32kw	32kw
Capacité de soulever	15kw	15kw
Pression à la surface	22kPa	20kPa
Angle du pivot	180 ^{o}	180 ^{o}
Capacité (tourbe)	90 m^3/h	90 m^3/h

Les machines fonctionnant selon le principe d'un rotoculteur sont surtout utilisées dans les tourbières peu boisées, quoiqu'on les retrouve de moins en moins souvent. Il semblerait que le point commun des techniques de drainage des années '80 est l'utilisation plus répandue des excavateurs, tels que ceux décrits plus tôt, au détriment des autres machines et méthodes.

ENTRETIEN DES CANAUX

Dans la plupart des cas, l'entretien des canaux s'avère

nécessaire après leur excavation. Dans très peu de cas, le premier creusage aura amélioré d'une façon permanente les conditions d'eau dans le sol. La majorité du temps, les canaux se détériorent et les rapports d'eau dans le sol deviennent défavorables à la croissance forestière. Ainsi, un écosystème forestier peut graduellement redevenir un marécage. Afin d'éviter ce processus, on doit voir aux conditions physiques de drainage. A cet égard, il faut tenir compte des peuplements d'arbres, qui ont un impact considérable sur les conditions d'eau dans le sol. Suite au drainage, l'évaporation accrue et l'absorption d'eau par les arbres compensent en partie pour le niveau plus élevé de la nappe phréatique, qui se produit lors de la détérioration des canaux (Heikurainen et Päivänen (1970) [9]; Päivänen (1980) [7]).

Malgré l'influence favorable des arbres sur le drainage biologique, on doit tout de même, dans la plupart des cas, avoir recours à une forme de drainage artificiel, et ces canaux doivent être entretenus. L'expérience a démontré que les vieux canaux doivent être nettoyés et approfondis 20 à 25 ans après l'excavation initiale; il arrive souvent que ce nettoyage suffise. Lorsque les conditions sont très pauvres, il se peut que l'on doive nettoyer et creuser une seconde fois après 20 ou 30 ans.

La mécanisation du travail d'entretien des canaux demeure en partie sans solution. Les canaux rotatifs développés en Union Soviétique nécessitent la construction d'un chemin en bordure des

canaux, tandis que l'usage des excavateurs à godets, (bucket digger) mis à l'essai en Finlande, s'est avéré insatisfaisant ou trop coûteux. Autrement, les coûts associés à l'excavation ne sont pas très élevés lorsque comparés aux frais de sylviculture, comme on le verra plus loin.

COUT DE L'EXCAVATION DES CANAUX

Malheureusement, je n'ai pas en main de statistiques concernant les coûts des travaux relatifs au creusage des canaux dans les pays autres que la Finlande. Cependant, je crois que vos conditions canadiennes se comparent mieux à celles de la Finlande qu'à celles de l'Union Soviétique, par exemple. Afin d'obtenir des chiffres comparables décrivant les coûts des autres travaux sylvicoles, je vais présenter les coûts relatifs à la plantation de pins, incluant la préparation du sol. Les chiffres ci-dessous montrent les coûts en MF par hectare (1 dollar canadien = 3.80 MF).

Planification (280 m de fossés/ha)	150MF/ha
Creusage	550- "-
Plan d'entretien (avec hélicoptère)	50- "-
Nettoyage des fossés	300- "-
Plantation de pins	1,500-"-
Préparation du sol	500-"-

En se basant sur ces chiffres, on peut remarquer que les coûts du

travail de drainage forestier, incluant l'entretien des fossés, sont encore inférieurs à ceux occasionnés par la plantation de pins pour fin de reboisement.

QUELQUES REMARQUES SUR LA FERTILISATION, LA SYLVICULTURE ET LES CONSEQUENCES SUR L'ENVIRONNEMENT.

FERTILISATION

Dans plusieurs pays européens, en Grande-Bretagne, par exemple, on relie presque sans exception la fertilisation au drainage et au reboisement des tourbières. Toutefois, en Finlande et plus particulièrement en Union-Soviétique, la plupart des tourbières drainées sont propices à la croissance des arbres sans qu'il y ait fertilisation. A la fin des années '70, la superficie des tourbières fertilisées annuellement en Europe ne se chiffrait qu'à 200,000 ha. On peut s'attendre à ce que cette superficie augmente dans l'avenir; en Finlande, par exemple, on peut prévoir le passage du total actuel de 50,000 ha à un total annuel de 100,000 ha d'ici quelques années.

La plupart du temps, la fertilisation des tourbières drainées se

fait sur une base volontaire, puisque le substrat de tourbe est assez fertile pour encourager la croissance des arbres. En Finlande, l'augmentation de la croissance est d'environ 4.5 m^3 /ha/année après le drainage, alors qu'il n'était auparavant que de 1-2 m^3 / ha/année. Il est toutefois possible d'améliorer ce taux de croissance au moyen de fertilisations au phosphore et au potassium. De plus, cette opération est rélativement économique, puisque les engrais en question se vendent à un prix abordable. L'augmentation de croissance qui en résulte est assez élevée (1-3 m^3/ha /année) et de longue durée (10-15 ans).

Il faut souvent fertiliser à de nombreuses reprises les tourbières pauvres en éléments nutritifs qui ont été drainées pour des fins forestières. Habituellement, l'addition de phosphore et de potassium suffit, mais lorsqu'il s'agit de tourbières très pauvres, surtout celles situées dans les régions froides, il faut également ajouter de l'azote. Dans ces cas, la rentabilité économique diminue.

Dans certaines régions, particulièrement dans les marais où la tourbe est profonde, le manque d'oligo-élements nuit sérieusement à la croissance. Les problèmes associés aux oligo-éléments, en particulier, ont depuis quelques années suscité des projets de recherche en Finlande, en Suède et en Norvège. On a démontré que les pertubations associées à la croissance étaient principalement dues à des carences en bore (Braekke (1979) [10]).

L'analyse des éléments nutritifs devrait être faite périodiquement (aux 10 ans, par exemple), pour les tourbières où le type de terrain laisse prévoir des carences sérieuses en macro et en micro-éléments. On n'a pas encore souvent recours à ces moyens, mais je crois que dans l'avenir ils seront pratique courante. Il reste encore à déterminer s'il est préférable d'analyser la tourbe ou le feuillage; à mon avis, les analyses de tourbe sont suffisantes, car elles ont l'avantage d'offrir une meilleure possiblité de prévisions sur une plus longue période de temps.

SYLVICULTURE

Les activités sylvicoles que l'on retrouve sur les tourbières drainées en Europe sont naturellement très hétérogènes. Dans certains pays, telle la Grande-Bretagne, presque tous les sites doivent être reboisés, puisqu'il s'agit en grande partie de tourbières peu ou pas boisées. Dans d'autres pays, comme la Finlande, la plupart des régions drainées sont déjà recouvertes de forêts, et le drainage vise à en stimuler la croissance. Même si les zones climatiques européennes sont très diversifiées, variant de la toundra à la forêt de conifère méditéranéenne, il est quand même intéressant de mentionner certaines caractéristiques associées à l'ensemble des tourbières européennes.

En Grande-Bretagne, en Ecosse et en Irlande, des programmes de

recherche ont été mis sur pied afin de déterminer les espèces d'arbres convenant aux différents sites. Ces expériences bien planifiées et à long terme effectuées par la Forestry Commission, ont permis d'identifier l'espèce d'arbre la plus propice à chaque ensemble de conditions dans les îles Britanniques. Ainsi, l'épinette de Sitka (Picea sitchensis) est plantée sur des tourbières relativement fertiles, alors que le pin lodgepole ou tordu (Pinus contorta) est planté sur des sites plus pauvres. Plusieurs autres espèces ou combinaisons d'espèces ont été employées dans différents milieux et conditions(Zehetmayr (1954) [11]).

En Finlande, comme dans bien d'autres pays où la majorité des tourbières drainées sont recouvertes de forêts, on ne fait qu'entreprendre une coupe d'entretien au moment de l'excavation des canaux. Celle-ci comprend la coupe des arbres âgés et malades, ceux-ci ne pouvant survivre au drainage (Heikurainen et Kuusela (1962) [12]). Cette coupe d'entretien devrait également comprendre, lorsque nécessaire, l'amélioration de la composition en espèces.

L'épinette de Norvège (Picea abies) requiert un sol relativement fertile, alors que le pin sylvestre (Pinus sylvestris) se contente,pour croître, d'un milieu pauvre ou moyen. Dans certains milieux fertiles, la croissance du bouleau (Betula odorata),dont la rentabilité économique est moindre, peut être trop vigoureuse, ce qui risque d'étouffer les jeunes pins; on doit donc les

réduire en nombre. D'un autre côté, la présence du bouleau est souhaitable, car il protège les jeunes épinettes des gelées printanières fréquentes sur les tourbières.

ENVIRONNEMENT

Ces dernières années, on a beaucoup parlé en Europe des conséquences du drainage forestier sur l'environnement. Il m'est impossible de traiter ce sujet en détail vu sa complexité et à défaut de temps. Je ne puis que répéter que les spécialistes en environnement ont tendance à exagérer les dangers causés par le drainage forestier. Dans certains pays européens, on doit obtenir une permission spéciale pour mettre en application un programme de drainage forestier, ce qui représente un procédé long et compliqué. De façon générale, les conséquences hydrologiques du drainage forestier ne sont pas importantes et même s'il y a des côtés négatifs, il y a également des avantages biologiques (Pyavchenko (1976) [13]; Heikurainen (1980) [6]; Päivänen 1981) [9]).

REFERENCES

1. RICHARD, F.
1963. Wasserhaushalt und Entwasserung von Weideboden. Mitt. der schweiz. Ausf. fur das forstl. Versuchswesen. Band 39, Heft 5.2.

2. MESHECHOCK, B.
1969. Torrlegging av myr ved ulik grofteavstand og groftedybbe. Sumary: Drainage of swamps at different ditch distances and ditch depts. Medd. f. Det. Norske Skogforsoksvesen, Nr. 98, XXVII, 3.

3. SABO, E.D.
1963. Some results of projets to increase productivity of swamped forests by means of drainage. Inst. Les. Akad. Nauk. SSSR.

4. KELTIKANGAS, M
1971. Sarkaleveyden vaikutus ojitusinvestoinnin taloudelliseen tulokseen. Summary: Effects of drain spacing on the economic results of forest drainage investments. Acta Forest. Fenn. 123.

5. HEIKURAINEN, L.
1959. Tutkumus metsaojitusalueiden tilasta ja puustosta. Referat Uber waldbaulich entwasserte Flachen und ihre Waldbestande in Finland. Acta Forest. Fenn. 69.

6. HEIKURAINEN, L.
1980 a: Kuivatuksen tila ja puusto 20 vuotta vanhoilla ojitusalueilla. Summary: Drainage condition and tree stand on peatlands drained 20 years ago. Acta Forest. Fenn. 167.

7. PAIVANEN, J.
1981. The effect of silvicultural treatments on the ground water stable in Norway spruce and Scots pine stands on peat. Proc. 6th Int. Peat Congress, Duluth, Minn., USA. pp. 433-438.

8. HEIKARAINEN, L.
1980 b.: Effect of forest drainage on high discharge. Proc. Helsinki Symp. 23-26 June, 1980. IAHS-AIHS Publ. No. 130, pp. 89-96.

9. HEIKURAINEN, L. and PAIVANEN, J.
1970. The effect of thinning, clear-cutting, and fertilization on the hydrology of peatland drained for forestry. Acta Forest. Fenn. 104.

10 BRAEKKE, F.H.
1979. Boron deficiency in forest plantations on peatland in Norway. Rep. of the Norw. Forest. Res. Inst. 35-3.

11. ZEHETMAYR, J.W.L.
1954. Experiments in tree planting on peat. For. Comm. (Lond.) Bull. 22, pp. 1-94.

12. HEIKURAINEN, L. and KUUSELA, K.
1962. Revival of the tree growth after drainage and its dependence on the tree size and age. Comm. Inst. Forest. Fenn. 55.8.

13. PYAVCHENKO, N.
1976. The importance of mires in biosphere. Proc. 5th Int. Peat Congress, Poznan, Poland, 176. Vol. I; pp. 9-16.

APERCU DE L'AMENAGEMENT FORESTIER DES TOURBIERES EN ONTARIO

PEATLAND FORESTRY IN ONTARIO: AN OVERVIEW

J.K. Jeglum, V.F. Haavisto et A. Groot
Great Lakes Forest Research Centre
Canadian Forestry Service
Sault Ste.Marie, Ontario

RESUME

Les deux problèmes majeurs relatifs à l'aménagement forestier des tourbières en Ontario sont les dommages physiques que subissent les sites et la régénération insuffisante de la végétation. Suite à des ententes entre la province et les compagnies forestières importantes, ces dernières doivent assumer une partie de la responsabilité pour la régénération végétale. De plus, ces ententes ont mis l'accent sur l'intérêt d'intégrer les activités de récolte et de régénération. On reconnaît généralement l'importance d'aménager un site selon le type de terrain et autres facteurs connexes, cependant, cette notion est moins souvent appliquée. Le présent exposé fait état de l'aménagement forestier des tourbières en fonction des méthodes d'exploitation et de leurs conséquences, des systèmes de récolte et de régénération, de la préparation des sites, des soins culturaux et de la sélection des espèces. Quelques-uns des plans actuels de régénération et d'aménagement des tourbières boisées seront examinés.

ABSTRACT

Physical damage to site and inadequate regeneration are two of the most severe problems in peatland forestry in Ontario. Forest management agreements between the province and major forest product companies have shifted some of the responsibility for regeneration to the companies, and have focused on the importance of integrating harvesting and regeneration activies. The importance of management according to site types and other site considerations is generally accepted, but less generally applied. In this overview, the status of peatland forestry is assessed in terms of logging methods and impacts, harvesting-regeneration systems, site preparation, tending, and species selection. Some of the current strategies for regenerating and managing peatland forests are reviewed.

INTRODUCTION

Cet exposé traitera de l'utilisation de la tourbe comme substrat in situ pour la croissance des arbres. Cet usage indirect de la tourbe peut ne pas vous sembler pertinent à ce symposium, cependant, dans certaines régions de la forêt boréale canadienne, notamment la Ceinture argileuse de l'Ontario, la récolte principale de bois provient des tourbières, en particulier de marécages à épinette noire (Picea Mariana (Mill.) B.S.P.).

Au départ, nous avions l'intention de passer en revue tout ce qui se fait au Canada dans le domaine de la foresterie sur les tourbières. Toutefois, nous nous sommes aperçus que cette tâche exigerait beaucoup de temps et d'efforts, vu le grand nombre de gens impliqués dans ce secteur, soit au niveau gouvernemental ou industriel. Nous avons aussi constaté que l'information sur la matière ne permet pas de faire des comparaisons directes, en raison du manque d'uniformité. En effet, les données sont incomplètes et éparpillées, et de plus, certaines provinces ne disposent d'aucun renseignement dans ce domaine. Nous allons donc limiter notre traitement du sujet à l'Ontario, comme nous somme familiers avec le travail qui s'y fait et que nous avons pu obtenir de l'information à jour sur cette province. Nous parlerons surtout de la région nord de la Ceinture argileuse, région où les activités forestières sur les tourbières sont les plus répandues.

TOURBIERES PROPICES A L'AMENAGEMENT FORESTIER

L'Ontario compte une quantité considérable de tourbières, surtout en montant vers le nord de la province (Fig. 1). Une proportion relativement élevée de ces terrains sont boisés, i.e. marécages, fens arborés et tourbières ombrotrophes (bogs) arborées (Jeglum et al (1974)[1]). L'espèce d'arbre la plus abondante est l'épinette noire. Dans la zone centrale de l'Ontario, où l'activité d'exploitation forestière est la plus élevée, on estime que les peuplements purs d'épinette noire productifs prédominent sur 38% des terrains tourbeux. Les muskegs à épinette noire constituent un autre groupe important, comprenant 28% des tourbières. Parmi les autres groupes de tourbières boisées se retrouvent des marécages à cèdre blanc (Thuja occidentalis L.) et à mélèze (Larix laricina (Du Roi) K. Koch), des marécages arbustifs et des peuplements "stagnants" dans le nord. Ces derniers sont surtout des fens arborés à mélèze ou à épinette noire et à mélèze. La proportion des peuplements d'épinette noire productifs sur des tourbières, par rapport à l'ensemble des forêts où l'épinette noire domine est relativement élevée. Dans la zone centrale, la moyenne atteint 46% (Fig. 3).

Combien de tourbières ou de terrains organiques auraient du potentiel pour des utilisations forestières? Pour en donner une idée, le shéma à la Figure 4 représente les principaux types de terres humides et de tourbières par rapport à l'humidité et à la fertilité du sol (Jeglum et al (1974)[1]). Règle générale, les

terrains les plus appropriés sont ceux qui supportent naturellement des peuplements forestiers de valeur marchande. Ces terrains se situent habituellement à proximité de terres plus élevées; aussi ils ont un potentiel de régénération naturelle supérieur à celui des sites découverts. Par conséquent, ce sont les sites boisés les plus fertiles qui ont le plus de valeur et qui se prêtent le mieux aux pratiques sylvicoles (Heikurainen (1968)[2]). Les activités forestières peuvent s'étendre aux régions plus humides et semi-boisées, notamment aux fens arborés, qui sont naturellement plus riches en éléments nutritifs que les tourbières ombrotrophes (bogs) arborées. Toutefois, sur ces terrains, le drainage s'avère essentiel.

Dans leur guide relatif au drainage préparé pour la province de Terre-Neuve, Päivänen et Wells (1978)[3] suggèrent que les marécages arborés, les fens à épinette et les sols minéraux humides ou recouverts d'une couche peu profonde de tourbe, soient aussi inclus dans les expériences futures sur le drainage. En effet, les terrains pauvres ont besoin de fertilisations répétées et de drainage si on veut en obtenir un bon rendement (Heikurainen (1964)[4]). Selon Pollett et Wells (1980)[5] , certains fens peu ou pas boisés situés à l'intérieur et à l'est de Terre-Neuve (Scirpo-Sphagnetum papillosi et Potentillo-Compylietum) seraient aptes au drainage et au reboisement.

CLASSIFICATION DES TOURBIERES BOISEES DE LA CEINTURE ARGILEUSE

Dans le contexte de l'aménagement forestier, qu'est-ce qu'on entend au juste par le terme "tourbières" (peatlands)? On les définit habituellement comme étant des terrains ayant une certaine accumulation de matériaux organiques, c'est-à-dire de la tourbe, sur un sol minéral. La profondeur de cette couche organique serait de 30 ou 40 cm (Sjörs (1948)[6] , Heinselman (1963)[7] , Heikurainen(1982)[8] ; Annexe A. Selon le système canadien de classification des sols (Commission canadienne de pédologie, Comité de la classification des sols, (1978)[9] , la profondeur de base séparant les sols organiques, humisols et mésisols, des sols minéraux est de 40 cm. Donc, en prenant cette profondeur, on peut dire que les termes "tourbière" et "sol organique" sont équivalents. Cependant, pour qu'un sol soit considéré organique, il est à noter que le système canadien requiert 60 cm de matériau organique lorsque celui-ci est fibrique, c'est-à-dire très fibreux et peu décomposé.

En ce qui concerne le régime hygrométrique, selon l'Ontario Physiographic Site System, les sols organiques sont désignés "mouillés" (7,8 et 9; MacLean et Bedell(1955)[10]; Bélisle (1980)[11]).

Il existe plusieurs systèmes de classification pour les tourbières boisées dans la Ceinture argileuse du nord de l'Ontario. Toutefois, elles ont certains points en commun. Toutes

reconnaissent une association végétale qui n'a aucune valeur commerciale (cassandre caliculé [Chamaedaphne calyculata (L.) Moench] et épinette noire isolée), et deux autres ayant une valeur marchande. L'une de celles-ci, le marécage à épinette et à thé du Labrador (Ledum groenlandicum Oeder) désigné A-1, est plutôt pauvre, tandis que l'autre, la platière à épinette et à aulne rugueux (Alnus rugosa (Du Roi) Spreng) désignée A-2, est plus riche. Gemmell (1979)[12] a démontré que les systèmes sont plus ou moins comparables (Fig.5).

Une troisième association, quelquefois classifiée parmi les tourbières, est le marécage à épinette noire et à mousses (surtout Pleurozium shreberi [Brid.] Mitt., Ptilium crista castrensis [Hedw.] De Not., et Hylocomium splendens [Hedw.] B.S.G.). Ce terrain est aussi décrit comme étant en transition et comme ayant un drainage insuffisant. Le territoire exploité par la Spruce Falls Power and Paper Ltd. comprend des sites en transition ainsi que des sites sur des terres élevées. Les terrains en transition sont souvent riches en Sphagnum sp. et en voie de paludification (Wilde et al (1954)[13], Heikurainen (1982)[8]). On peut définir ces terrains par rapport à l'épaisseur relativement mince de la couche de tourbe, qui varie de 20 à 40 cm.

En Ontario, les forestiers divisent souvent les forêts en deux grands groupes: les terres élevées et les terres basses. Le concept de terre basse est plus large que celui de tourbière; en

fait, on y inclut des sols minéraux humides et très humides. Le but principal de cette division est de permettre aux forestiers de déterminer la meilleure saison pour effectuer la coupe, c'est-à-dire l'hiver pour les terres basses et l'été pour les terres élevées. Il est a noter que sur les terres élevées à sol peu profond, la coupe devrait se faire pendant l'hiver, afin de minimiser l'érosion du sol, surtout lorsque la topographie du terrain a été perturbée. Pour ces fins, les sols minéraux superficiels humides sont regroupés avec les tourbières,puisqu'ils présentent les mêmes problèmes au point de vue circulation pendant la période sans gel.

Récemment, un programme de classification des écosystèmes forestiers fut entrepris dans la région nord de la Ceinture argileuse (Jeglum et al (1982)[14] , Jones et al (1982)[15] . La végétation, le sol et le site firent l'objet d'analyses détaillées. Les données récoltées furent par la suite étudiées soigneusement et servirent de base à l'élaboration d'une série de sites typiques, orientés envers l'aménagement. Cette classification comprend quatre groupes variant de marécages à des tourbières ombrotrophes (bogs) arborées. Ces groupes se comparent à ceux reconnus par Jeglum et al (1974)[16] ,à l'exception que l'association caractérisée par l'aulne se divise en deux unités, l'une riche et l'autre pauvre en herbacées. La classification reconnaît aussi trois groupes de sites en transition. Ce regroupement va établir une base plus solide pour l'aménagement forestier; en effet, des recommandations en vue de

l'aménagement des différents sites sont en préparation.

ACTIVITES FORESTIERES SUR DES TOURBIERES DE LA CEINTURE ARGILEUSE

Les statistiques récentes relatives aux activités forestières sur les tourbières en Ontario sont difficiles à obtenir puisqu'il n'existe pas de division détaillée de l'information par sites typiques, ni même à un niveau plus général, tel que par terres basses vs terres élevées. Cependant, il est possible d'obtenir des statistiques par région et par district. Nous avons rassemblés des données sur deux districts de la Ceinture argileuse où la majeure partie des activités forestières se passent sur des tourbières, et ce pour les années fiscales 1981 et 1982 (Tableau 1).

Des 24,800 ha de forêts exploitées en 1981, environ 95% furent coupées à blanc, tandis qu'on utilisa surtout la méthode par réserve de semenciers en groupe (group seed tree method) pour récolter la balance. Sur ce total, 5,500 ha subirent par la suite une certaine préparation du terrain, principalement du cisaillement (shearblading). La régénération par des moyens artificiels fut effectuée sur 4,700 ha de terrain, ce qui correspond à 19% de la superficie totale exploitée. L'ensemencement ne représente que 4% de l'effort de régénération.

Les soins culturaux consistaient uniquement en l'application d'herbicides, surtout du 2, 4-D, afin d'éliminer la compétition

d'espèces indésirables. Plus de 10,000 ha furent ainsi traités, comprenant les terrains régénérés par des moyens artificiels, ainsi que ceux régénérés naturellement.

L'EXPLOITATION FORESTIERE DES TOURBIERES

Avant la mécanisation, l'exploitation forestière des tourbières au nord de l'Ontario se faisait surtout pendant l'hiver; à ce moment on se servait de chevaux pour le débusquage. Les systèmes de coupe alors utilisés résultaient, par inadvertance, en une coupe partielle. Des bandes larges de 20 mètres étaient tracées, puis un bûcheron seul ou une équipe était assigné à chacune (Fig.6). Seuls les arbres de taille marchande étaient abattus. Ceux-ci étaient ensuite ébranchés, coupés en tronçons de 1.2 ou 2.4 mètres, empilés à la main et débusqués par cheval jusqu'au chemin principal. Cette méthode de récolte s'avérait relativement peu destructive, puisque la majorité des jeunes arbres restaient intacts, assurant ainsi la régénération du peuplement. Par le marcottage et l'ensemencement naturel, l'épinette noire tend à revégéter les ouvertures crées par la coupe.

D'après certains forestiers, la seconde pousse a le désavantage d'être de taille inégale, de sorte que ce peuplement sera plus difficile à récolter et moins profitable lors d'une coupe subséquente, comparativment à un peuplement uniforme. Toutefois, dans certaines tourbières où la croissance des jeunes arbres est

bonne, la coupe partielle pourrait s'avérer la méthode de récolte la plus économique, compte tenu du grand potentiel de régénération naturelle. On pourrait peut-être développer des systèmes innovateurs de récolte et de régénération, comprenant l'utilisation de machines appropriées, pour la récolte de ces forêts (Morley (1982)[17]).

Avec l'avènement de la mécanisation pendant les années '60, et surtout l'arrivée du débusqueur, l'impact des activités d'exploitation forestière sur les tourbières s'est accru. La situation s'est encore accentuée alors que la saison de coupe était allongée pour en faire une activité à longueur d'année, ceci pour maintenir des emplois stables et pour rentabiliser l'établissement de camps de bûcheron et l'usage d'équipement dispendieux.

Les perturbations majeures causées par les activités d'exploitation se situent au niveau du drainage et du mélange des sols. Des mares d'eau peuvent se développer là où les sentiers ou les routes traversent des lignes de seepage naturelles, entravant ainsi le drainage par endiguement et/ou par compactage du terrain. La circulation de débusqueurs brise souvent la couche de mousses et de racines et laboure la tourbe sous-jacente, créant ainsi des ornières remplies d'eau et des surfaces vaseuses. Cette situation est particulièrement prononcée aux endroits de forte circulation (Fig.7). Ces surfaces organiques labourées constituent un substrat favorable à

la germination des graines d'épinette noire. Cependant, le taux de survie et l'établissement de cette espèce sont peu élevés en raison de l'érosion et des soulèvements du terrain résultant des gelées. De plus, ces surfaces sont rapidement colonisées par des plantes de la famille des Graminées et de celle des Cypéracées, ainsi que par des quenouilles (Typha latifolia L.) et de l'aulne. Celles-ci constituent une forte compétition pour les semis d'épinette noire, dont la croissance est relativement lente. Ces sites présentent aussi des difficultés d'accès en vue de la plantation et le taux de survie des jeunes plants est bas (Virgo (1979)[19]).

Les dommages physiques que subissent les sites exploités sont considérables, surtout lorsqu'une forte proportion des terrains exploités par une compagnie forestière sont situés sur des terres basses. C'est le cas, par exemple, de 70% des terrains exploités par la compagnie Spruce Falls. Comme la coupe se poursuit à l'année longue, des superficies considérables doivent être coupées sur les tourbières pendant l'été. Ce sont ces terrains, dont la surface représente environ 30% de la coupe totale annuelle de 11,000 ha, qui subissent des dégâts importants (Sleep (1979)[20]).

Toutefois, on ne connaît pas l'étendue des terrains très endommagés lors des activités d'exploitation pendant la période sans gel. Par contre, nous savons que certains sites pré-récolte sont convertis à des sites perturbés. Dans leur classification

des coupes du district de Kapuskasing, Scott (1976)[21] et Scott et Virgo (1977)[22] reconnaissent six types de sites, qui se définissent par la végétation (Tableau 2 et Fig. 5). Parmi ceux-ci, les types "laîche" et "aulne-laîche" sont des sites dits perturbés. Ils peuvent surgir suite à l'exploitation de tourbières naturelles ou de sites où la tourbe est peu profonde. Ensemble, ces deux types composent 43% de la superficie évaluée.

Des études de la régénération démontrent que la grande proportion des tourbières exploitées de façon tradionnelle, c'est-à-dire, à l'aide de chevaux, ont atteint des niveaux de régénération satisfaisants (Moore (1973)[23], Stanek (1975)[24]). Toutefois, des études analogues portant sur des sites exploités à l'aide de débusqueurs indiquent que les jeunes arbres sont détruits en grande partie (Scott (1976)[21], Frisque et al (1978)[25]). Scott (1976)[21] démontra que les stocks d'épinette et de sapin baumier diminuent progressivement du type "aulne" au type "aulne-laîche" au type "laîche" (Tableau 1). Le pourcentage de perturbation, y compris la formation d'ornières, augmente selon cette même séquence (Fig.7). Les meilleurs stocks d'épinette (plus de 60%) se retrouvent sur les sites à éricacées et à hypnes, types les moins perturbés (Tableau 2). Comment pouvons-nous résoudre le problème des dégâts causés par l'exploitation? On pourrait d'abord essayer de céduler la coupe sur les terrains bas pendant l'hiver, et celle sur les terrains plus élevés pendant la période sans gel. Dans ce sens, la Spruce Falls divise le terrain en quatre types:le marécage à épinette, la platière à épinette

(spruce flat), le talus à épinette (spruce slope) et le terrain élevé (Fig.5). La limite entre les terrains bas et les terrains élevés se situe habituellement dans le talus à épinette, de sorte que la compagnie s'efforce de séparer le terrain en ces deux grands groupes. Les unités de base pour la récolte sont des lopins de terrain ayant quatre hectares (10 acres) de superficie. En superposant une carte de ces lopins sur celle du terrain, on détermine les lopins qui seront alloués lors de la coupe d'été et celle d'hiver. Le problème principal qui se pose est celui de distribuer la coupe de façon à la fois pratique et économique, de sorte que les activités de coupe ne soient pas mises en oeuvre pendant l'été. Cette approche fait appel à une planification soignée de la distribution des types de sites par rapport aux saisons de récolte. Elle exige aussi une certaine éducation du personnel des camps, dans le domaine de la reconnaissance des types de sites, à la fois au sol et sur les photos aériennes.

Le problème majeur dans certaines régions, telle que celle exploitée par la Spruce Falls, c'est que les terrains bas prédominent sur les terrains élevés. De plus, un bon nombre des sites élevés ont des volumes inférieurs de bois résineux, et sont donc coupés plus rapidement que les sites bas de superficie comparable. Dans plusieurs cas, les sites élevés ne sont pas assez nombreux pour suffire à la demande des moulins pendant la période sans gel.

Une solution possible à ce problème serait d'augmenter la

production pendant l'hiver et de mettre à pied un certain nombre d'ouvriers pendant l'été. Toutefois, ceci s'avère difficile à mettre en pratique pendant l'hiver, en raison du transfert au camionnage de plusieurs bûcherons (Sleep (1979)[20]). Aussi, les employeurs comme les ouvriers, préfèrent maintenir les emplois à l'année longue. Le déplacement de certains ouvriers envers des activités sylvicoles pendant l'été pourrait constituer une autre solution.

L'utilisation de débusqueurs à pneus larges (Fig.8),ainsi que d'abatteuses-groupeuses (Fig.9) et d' autre équipement de récolte à chenilles larges peut aussi contribuer à diminuer les dommages infligés au terrain et aider à préserver les jeunes arbres,ceci en raison de la meilleure distribution du poids de ces lourdes machines. Depuis 1950, la Spruce Falls expérimente l'utilisation de pneus larges sur plusieurs de ses débusqueurs lors des activités estivales; de même, Abitibi-Price en faisait l'essai en 1982. Des observations préliminaires indiquent que les sites recouverts de cassandre caliculé et de thé du Labrador, ayant des couches superficielles épaisses de tourbe fibreuse et moins de trous et de canaux, sont les moins endommagés. Les sites comportant de l'aulne sont beaucoup plus vulnérables.

INTEGRATION DES ACTIVITES DE RECOLTE ET DE REGENERATION

Le minstère des Ressources naturelles de l'Ontario conclut actuellement des ententes avec les principales industries

forestières de la province sur l'aménagement forestier(Armson et al (1980)[26]). Selon ces ententes, la compagnie est responsable d'assurer la régénération. Elle peut avoir à fournir une certaine indemnisation si elle n'y met pas l'effort adéquat ou si la régénération est de pauvre qualité. La plus grande partie des coûts est assumée par la province. Comme les compagnies se savent responsables de la régénération, on peut s'attendre au développement de moyens plus efficaces.

Chaque entente comprend une série de règlements concernant les procédures à suivre lors des activités sylvicoles, tels la préparation du site, la plantation, l'entretien, l'ensemencement, etc. Ceux-ci sont importants, puisqu'ils agissent de lignes directrices sur les méthodes de régénération, les genres d'activités admissibles aux subventions ainsi que les montants des subventions. Présentement, 13 de ces ententes sont en vigueur dans la province. En guise d'exemple, on retrouve à l'Annexe A les règlements faisant partie de l'entente conclue entre la province et Abitibi-Price à Iroquois Falls Forest, dans la Ceinture argileuse.

Cette compagnie fut la première à signer une entente d'aménagement forestier. Son expérience suggère qu'un pourcentage très élevé des travaux sylvicoles pourront être intégrés au programme normal des opérations. En 1982/1983, des ouvriers syndiqués ont fait la plantation d'arbres et le cisaillement pendant l'hiver. L'utilisation de ces ouvriers, qui

font habituellement la coupe, a l'avantage de les éduquer aux problèmes sylvicoles. Les méthodes de récolte seront probablement appellées à changer. En effet, Abitibi-Price pourrait éventuellement cesser toutes ses activités de coupe pendant les mois de mai,juin et juillet, afin de concentrer les efforts sur la plantation.

REGENERATION NATURELLE

Autrefois, lorsque l'exploitation forestière se faisait par les méthodes traditionnelles (homme et cheval) (Fig. 6), les jeunes arbres laissés intacts suffisaient à assurer une régénération acceptable. Les analyses préliminaires des stocks et de la densité des jeunes arbres dans les peuplements naturels indiquent qu'une forte proportion de ces peuplements atteignent un niveau de régénération en épinette noire bien établie variant de marginal à très acceptable. Si les troncs de taille non-marchande pouvaient être préservés, ceux-ci constitueraient des stocks adéquats pour la régénération. Il s'agit donc de faire des efforts pour conserver autant que possible les jeunes arbres, afin d'assurer le peuplement futur (Haavisto (1979)[27]). Selon Stanek (1975)[24], la croissance des jeunes arbres est satisfaisante dans les peuplements de seconde pousse.

Depuis quelques années, la compagnie Spruce Falls préconise la méthode "CLAAG" (careful logging around advance growth),c'est-à-dire, l'apport d'une attention particulière lors

d'activités d'exploitation autour de jeunes arbres. En effet, les forestiers gestionnaires recommandent cette méthode aux bûcherons et aux conducteurs de débusqueurs; toutefois, il est difficile de vérifier si elle est réellement mise en pratique. Comme les ouvriers sont payés à la pièce, s'ils ont à choisir entre leur salaire et la conservation de jeunes arbres, on devine facilement quelle sera leur attitude.

Quoiqu'on emploie surtout les techniques conventionnelles d'abattage et de débusquage dans l'exploitation forestière des tourbières, une modification de la méthode CLAAG a été développée. Celle-ci utilise l'abatteuse-groupeuse à chenilles larges avec débusquage de l'arbre entier à l'aide d'un débusqueur à pneus larges (Fig.10). L'impact de ce système est beaucoup moindre que celui des techniques conventionnelles de récolte à l'aide de débusqueurs manuels, de sorte qu'un nombre considérable de jeunes arbres sont sauvegardés. De plus, le débusquage d'arbres entiers réduit la quantité de débris laissés sur le site. On doit tout de même avoir recours à la régénération artificielle aux endroits où les jeunes arbres ont été endommagés,ainsi que pour les sentiers de débusquage et les chemins à l'intérieur de la région déboisée.

Dans toute coupe à blanc, la coupe avance progressivement dans la tourbière jusqu'à ce que les arbres soient trop petits pour que la récolte en soit rentable. Des massifs ou des zones constituées d'épinette noire de petite taille (non marchande)

sont souvent laissés dans les dépressions mouillées ou en bordure de tourbières non-boisées (Fig.7). On a exprimé un souci considérable quant à la possibilité que les graines provenant de ces arbres soient inférieures au point de vue génétique, comparativement à celles produites par les arbres à croissance plus vigoureuse des marécages et des terrains plus élevés.

Un autre moyen par lequel on peu promouvoir la régénération naturelle est la coupe où sont laissées intactes des sources de graines (semenciers). Ceci peut s'effectuer en exploitant par bandes, ce qui laisse sur le terrain des bandes d'arbres servant à ensemencer les endroits coupés. D'autres méthodes consistent à épargner de la coupe des blocs ou des groupes de semenciers (Annexe A). L'exploitation par bandes est recommandée pour les peuplements épais, vigoureux et résistants au vent, afin de réduire le bois chablis lorsque la coupe est terminée. La régénération sera d'autant mieux réussie si le terrain est propice à la germination de graines, surtout s'il y a abondance de Sphagnum sp. et que les semences soient en quantités suffisantes.

La coupe par bandes nécessite une intervention subséquente lorsque les premières surfaces coupées se sont régénérées suffisamment. La période de temps entre ces deux coupes dépend de plusieurs facteurs et peut varier entre 3 et 10 ans. Cette technique sera davantage appliquée à proximité de chemins ouverts à l'année, afin de réduire les coûts de la deuxième opération.

Pour régénérer ces bandes on peut soit laisser des groupes de semenciers ou avoir recours à la méthode CLAAG. Jusqu'à maintenant, on n'a employé que la coupe par bandes alternées, puisque l'élaboration d'un plan pour effectuer plusieurs coupes subséquentes intéresse peu les compagnies forestières. A ceci s'ajoute le coût élevé d'entretien des chemins sur une longue période de temps, ce que les compagnies sont réticentes à assumer (Ketcheson (1982)[28]).

Dans certaines coupes à blanc et dans les coupes subséquentes d'exploitations par bandes, on a aussi laissé des groupes de semenciers. Cette technique est suggérée lorsque les coupes sont très éloignées des chemins ouverts à l'année et où les coûts associés à la préparation des sites et à la régénération artificielle seraient exorbitants. L'efficacité des groupes de semenciers pour régénérer les coupes d'épinette noire dans les tourbières est très controversée. On commence seulement à faire des évaluations, quoique cette technique est employée depuis plusieurs années.

REGENERATION ARTIFICIELLE

Présentement, très peu de coupes sur terrains bas sont reboisées par des moyens artificiels. Ceci est dû au fait que le programme de plantation est pratiqué presqu'exclusivement sur les terrains élevés, où la croissance est relativement rapide et le taux de succès de la plantation est plus élevé. On a aussi tendance à

planter là où les chemins d'accès sont bons et près des moulins.Pour ces raisons, les terrains bas, lorsque traités, l'ont été par des techniques de régénération naturelles.

Au fur et à mesure que les compagnies forestières se conforment à leur nouvelle fonction de s'occuper du reboisement, on peut s'attendre à ce que l'effort de régénération artificielle augmente. La principale méthode employée en Ontario présentement est la production de semis dans des pots de papier japonais, ainsi que les stocks habituels à racines nues. Les pots de papier sont surtout utilisés sur les sites en transition, où la compétition végétale est moins grande, et dans les marécages à aulne. Dans ces deux cas, la compétition peut être contrôlée de façon efficace par l'application du 2,4-D. Plus développés, les semis à racines nues seront surtout destinés aux sites élevés, où le sol est plus riche et la compétition, plus prononcée. Il semblerait que des progrès énormes puissent être accomplis dans le domaine de la plantation et de l'ensemencement mécanisés. Actuellement, on s'intéresse de toute part au développement d'une machine capable de planter dans les tourbières. Dans les pays scandinaves, de telles machines ont déjà vu le jour, e.g. la machine à planter Mara (Päivänen et Wells (1978)[3] , et le Seriachius container/planter (Kohonen (1981)[29] ,Kaila (1982)[30] .

L'ensemencement pourrait dans le futur jouer un rôle de plus en plus important dans la régénération (Virgo (1975)[18] , Haavisto(1979)[31] , (1979)[27]). Récemment, le ministère des

Ressources naturelles de l'Ontario réussissait à trouver des moyens d'obtenir de grandes quantités de graines, en partie dû au développement d'une méthode mécanisée de récolte des cônes (Haavisto (1980)[32] ; Smith et Woodcock (1981)[33]). L'utilisation de semoirs en lignes avec différents types de scarificateurs peut être d'une grande utilité, jusqu'à ce que la plantation soit un moyen plus répandu de reboisement des tourbières. A cet égard, on travaille actuellement à la mise au point d'une machine scandinave (Lamu-V) qui pourra simultanément préparer le terrain, appliquer l'engrais et ensemencer dans les tourbières (Päivänen et Wells (1978)[3]).

PREPARATION DU SITE

Il existe présentement plusieurs techniques pour préparer les sites sur tourbières ou sur sols recouverts d'une mince couche de tourbe (Isherwood (1979)[34] ; Virgo (1975)[18] ; Virgo (1981)[35]). En ordre d'importance décroissante, celles-ci comprennent: le cisaillement, les moyens chimiques, la récolte d'arbres entiers, la coupe de couloirs pendant l'été et le brûlage prescrit (Tableau 1). Les techniques recommandées pour un site donné vont dépendre de plusieurs facteurs: le type de site, le système de récolte et de régénération employé, la quantité de déchets de coupe et de jeunes arbres présents, les genres de mousses et le potentiel du terrain comme milieu de germination. De plus on étudie la végétation au sol et on prévoit les problèmes de compétition qui pourraient surgir.

La méthode mécanique la plus répandue pour la préparation des sites est celle du cisaillement (Fig. 11). Cette opération s'effectue au bulldozer pendant l'hiver, aussitôt que possible après la coupe, lorsque le sol est bien gelé. Cette technique concentre les déchets d'arbres et le sommet des monticules de sphaigne en andains, laissant des couloirs propices à l'ensemencement ou la plantation. On utilise aussi cette méthode sur les sites où le sol organique est peu profond, de même que sur les terres élevées. Lors du cisaillement, la lame voyage à la surface du sol, afin de minimiser les dommages à la couche organique. De cette façon, il reste une bonne épaisseur de matière organique dans laquelle on peut planter; de plus, on peut placer les racines de sorte qu'elles se développent dans l'interface des couches organique et minérale.

Parmi les tendances actuelles dans les méthodes de récolte, l'une consiste à débusquer l'arbre entier, c'est-à-dire de l'ébrancher et l'ébouter lorsqu'il arrive à la jetée, plutôt que d'effectuer ces opérations à l'endroit même où l'arbre a été abattu. Cette méthode est de plus en plus répandue, à mesure que la récolte mécanisée remplace la coupe et le débusquage traditionnels. Comme la récolte d'arbres entiers laisse un minimum de débris sur le site, il est fort probable que la majorité de ces sites ne requerront aucune forme de préparation subséquente.

Lors de l'application de techniques mécanisées de préparation du terrain (sur les tourbières), une philosophie soutient que la

coupe ne doit pas être trop profonde; c'est-à-dire que "la scarification doit être délicate". (Isherwood (1979)[34], Virgo (1981)[35]). Si une trop grande partie de la couche superficielle est détruite, le site est considéré endommagé et il peut être susceptible au développement d'espèces compétitives à croissance rapide. Sur les sites en transition où la tourbe est peu profonde, on risque de perturber les couches humifiées ou d'exposer le sol minéral. Si le sol est de texture légère, cela peut ne pas poser de problème, cependant s'il est argileux, il en résulte des conditions peu propices à la germination de graines, ou à la croissance et à la survie des semis plantés. Ces problèmes résultent probablement du manque d'aération et/ou de la compacité du sol.

Il n'y a présentement en Ontario aucune tourbière où le drainage et la fertilisation sont mis en pratique. Toutefois, plusieurs expériences ont démontré que l'épinette noire répondait favorablement au drainage et à la fertilisation du terrain (Stanek (1968)[37] ; Payandeh (1975)[38] ,(1982)[39]). Selon les forestiers finlandais, le bût principal de la préparation des sites est d'en améliorer les conditions de croissance. Ceci sous-entend l'élimination du surplus d'eau par le drainage (Heikurainen (1964)[4]). Cette pratique permet au sol de se réchauffer plus rapidement, ce qui a pour effet de rallonger la saison de croissance. On rapporte, en effet, que la croissance des aulnes est augmentée sur certains sites (Heikurainen (1982)[8]). Cependant, le ministère des Ressources naturelles, de même

que l'industrie, se sont montrés peu intéressés au drainage, en raison du besoin urgent de reboisement et des fonds limités accordés à la sylviculture.

ENTRETIEN

Présentement, la quasi-totalité de l'entretien consiste en l'application aérienne d'herbicides chimiques sur les terrains (NSR class 2) afin de dégager les jeunes conifères. Il existe de nombreux problèmes de compétition sur les terrains bas. Suite à la coupe, les sites où dominent l'aulne, riches ou non en herbacées, deviennent des fourrés épais. La croissance des semis y est considérablement retardée et la mortalité peut même s'ensuivre. Parmi les espèces ligneuses qui peuvent devenir dominantes sur les sites en transition, on retrouve le framboisier, l'érable à épis (Acer Spicatum Lam.), le peuplier faux-tremble et le bouleau blanc (Betula papyrifera Marsh.). Une grande superficie de terrains bas, recouverts de mélanges variés d'arbustes, de feuillus et de conifères résiduels dispersés, ont par le passé été négligés. Selon les ententes d'aménagement forestier, le traitement de ces terrains devra être entrepris. En plus des espèces ligneuses, des herbacées et des laîches peuvent proliférer sur certains sites et/ou sur des surfaces où la tourbe a été perturbée. Ces plantes sont aussi très compétitives dans leur milieu.

L'utilisation d'herbicides est présentement très controversée.

Les environnementalistes s'opposent souvent aux contrôles chimiques, et ce, même lorsqu'ils n'ont pas de documentation concrète sur des herbicides spécifiques, ni une connaissance suffisante des problèmes que nous devons envisager en foresterie. Effectivement, nous disposons d'un nombre beaucoup plus restreint de produits chimiques qu'en agriculture. Les forestiers doivent disposer d'une sélection plus variée de produits à action spécificique, afin de règler divers problèmes de compétition. Il n'existe pas, par exemple, de produits approuvés efficaces pour contrôler les herbacées, les laîches et les framboisiers. On doit aussi perfectionner des techniques d'aménagement de la végétation basées sur les résultats de traitements variés, afin de réduire, dans la mesure du possible, l'usage des produits chimiques. Cependant, les problèmes majeurs avec la végétation compétitive pourraient en grande partie être évités si on prenait un plus grand soin du site lors de la coupe et si des efforts de traitement et de régénération étaient déployés plus rapidement après la coupe.

SELECTION DES ESPECES

L'épinette noire est l'espèce de prédilection de tous les forestiers pour la régénération des terrains bas. Cette préférence marquée s'explique du fait qu'elle est l'espèce la mieux adaptée aux moulins de la région de la Ceinture argileuse et la meilleure pour la fabrication du papier de journal. Le sapin baumier (Abies balsamea [L] Mill.), l'épinette blanche

(Picea glauca [Moench] Voss.),le mélèze et le pin gris (Pinus Banksiana Lamb.) sont aussi des espèces acceptables, dans le cadre des ententes d'aménagement forestier. Toutefois, on ne choisit pas ces espèces pour la plantation; de façon générale, elles ne sont considérées acceptables que lorsqu'elles sont issues de la régénération naturelle. Exception peut être faite du pin gris lorsque cette espèce se répand sur des sites en transition, suite à l'ensemencement de terres élevées. Selon l'entente avec Abitibi-Price, le sapin baumier ne doit pas représenter plus de 10% de l'effort de régénération (Annexe A). L'épinette blanche a souvent été plantée sur des sites en transition et quelquefois sur des sites à substrat organique. Toutefois, ces derniers temps, les moulins considèrent cette espèce indésirable. De plus, elle est difficile à régénérer, en raison de sa vulnérabilité à la tordeuse des bourgeons de l'épinette (Choristoneura fumiferana [Chem.]) et au gel.

Plusieurs forestiers s'intéressent au mélèze, car il offre un bon nombre d'avantages: les fibres sont longues et le rendement en est exceptionnel. De plus, la croissance est rapide et il a une propension à envahir les marécages à épinette noire coupés et les terres élevées humides en transition à certains endroits. Quoique le mélèze soit acceptable dans le cadre des ententes d'aménagement forestier, cette espèce est mal acceptée des moulins à papier, qui sont adaptés à l'épinette noire. Cependant, la Boise Cascade Canada Ltd. de Fort Frances fabrique du papier Kraft à base d'un mélange de pin et de mélèze. Cette

compagnie prévoit en utiliser 17,000 m^3 en 1983, ce qui ne représente que 1.5% de ses exigences en bois; et elle serait prête à accepter de plus grandes quantités de cette matière première, si elles étaient disponibles. Du volume fournit en 1983, 14,000 m^3 seront importés du Minnesota et du Manitoba.

Les ententes avec Spruce Falls et Abitibi-Price ne font aucune mention du cèdre blanc. Les cèdrières ne sont habituellement pas exploitées, sauf pour enlever le sapin ou l'épinette, lorsque les quantités de ces espèces le justifient. Tout de même, à certains endroits en Ontario, le cèdre fait l'objet d'une industrie d'exploitation secondaire, pour la production de poteaux, de planches destinées au pontage et à d'autres utilisations.

PLAN DE REGENERATION

Les plans élaborés par les deux compagnies forestières principales dans la Ceinture argileuse pour reboiser les terres basses diffèrent au niveau des proportions de terrain qu'on prévoit planter et celles qu'on entend régénérer par des méthodes naturelles. La Spruce Falls veut faire usage d'un mélange de méthodes artificielles et naturelles (Fig. 12). En ce qui a trait à la plantation, la priorité sera accordée aux terres élevées et aux talus à épinette, puis ensuite aux platières à épinette productives qui sont accessibles. Les terres basses seront régénérées au moyen de plusieurs techniques: la méthode CLAAG, la coupe d'arbres entiers, la méthode CLAAG "low

pressure", la coupe modifiée en laissant des semenciers et l'ensemencement. On prévoit l'utilisation accrue de la technique de coupe d'arbres entiers au moyen de débusqueurs à pneus larges au cours des cinq prochaines années, tandis que l'effort d'ensemencement va augmenter, puis diminuer avec le temps.

Abitibi-Price entend elle aussi pratiquer des méthodes naturelles et artificielles de reboisement, mais ici, on s'attend de planter autant que possible. On se servira surtout d'épinettes noires en pots de papier.

Le but est de procéder à l'évaluation de tous les terrains propices à la plantation, afin d'éviter les méthodes moins sûres, tels que la coupe modifiée et l'ensemencement.

Abitibi-Price estime qu'au bout de cinq ans, ils seront en mesure d'assurer une forme de traitement sylvicole à 86% de la superficie coupée annuellement (Tableau 3). A la fin de cette période, la programme de plantation englobera environ 78% de la superficie coupée, ce qui représente huit millions de jeunes arbres, tandis que la coupe modifiée comprendra 8% de la coupe totale. Le cisaillement sera la méthode prédominante employée pour la préparation du terrain avant la plantation. Toutefois, on prévoit qu'au moins 50% des sites exploités selon la méthode de coupe d'arbres entiers n'auront pas besoin d'être cisaillés. Par conséquent, cette pratique va diminuer au fur et à mesure que cette technique de coupe augmente. Le contrôle de la végétation

au moyen de produits chimiques sera surtout réservé au dégagement des jeunes conifères.

PERSPECTIVES A LONG TERME

Les tourbières doivent être inclues dans le plan global d'aménagement d'une superficie boisée. Présentement,elles fournissent surtout du bois à pulpe destiné à la fabrication de papier, mais on dérive d'autres produits de certains sites, tels des billes de sciage, du bois de placage et des résidus de bois servant dans la production d'énergie. Il serait probablement avantageux de mener une opération intégrée, où toutes les espèces seraient récoltées pour rapporter une variété de produits, et ainsi diversifier et stabiliser l'économie de cette superficie forestière.

L'objectif à long terme de l'aménagement forestier d'un terrain boisé est d'assurer un rendement soutenu, ainsi que de fournir du bois en quantités relativement stables. En ce qui concerne les limites forestières de plusieurs compagnies, on estime que dans quelques décennies les peuplements vierges auront été épuisés. Une des préoccupations principales est de trouver les moyens de retirer le maximum des peuplements surannés résultant de feux (comme la majorité des forêts originales), tout en développant une jeune forêt ayant une distribution de groupes d'âges qui pourrait assurer une production de bois soutenue. Toutefois, on craint que les forêts vierges soient épuisées avant que la

seconde pousse soit de taille marchande. On peut s'attendre à ce que les volumes de bois récoltés de ces forêts soient de beaucoup inférieurs à ceux des forêts originales, cet état de choses étant dû au peu d'effort consacré au reboisement des coupes. Du côté de l'industrie, de même que du ministère des Ressources naturelles, on espère que l'aménagement intensif de plantations à partir de semis et de graines de qualité supérieure sur les meilleurs sites réussira à combler les pertes résultant de la régénération insuffisante ou des sites peu productifs en raison du mauvais drainage, de l'espacement inadéquat ou de la compétition d'espèces indésirables.

REMERCIEMENTS

Nous désirons exprimer notre reconnaissance aux personnes suivantes, qui ont bien voulu mettre à notre disposition les informations nécessaires à cette présentation: R. Calvert, ministère des Ressources naturelles (Northern Region); J.R. Gemmell, Abitibi-Prince Inc., Iroquois Falls; N. Isle et K. Virgo, Spruce Falls Power and Paper Ltd., Kapuskasing et G.J. Garner, Boise Cascade Canada Ltd., Fort Frances.

REFERENCES

1. JEGLUM, J.K., BOISSONNEAU, A.N. and HAAVISTO, V.F.
   1974. Toward a wetland classification for Ontario. Dept. Environment, Can. For.Serv., Sault Ste. Marie, Ont. Inf. Rep. O-X-215. 54 p.

2. HEIKURAINEN, L.
   1968. Peatlands of Newfoundland and possibilities of utilizing them in forestry. Can. Dept. For. Rur. Dev., For. Br., St. John's, Nfld. Inf. Rep. N-X-16.

3. PAIVANEN, J. and WELLS, E.D.
   1978. Guidelines for the development of peatland drainage systems for forestry in Newfoundland. Dep. Environ., Can. For. Serv., St. John's, Nfld. Inf. Rep.N-X-156. 44 p.

4. HEIKURAINEN, L.
   1964. Improvement of forest growth on poorly drained peat soils. Internat'l. Rev. For. Res. 1. Academic Press, New York.

5. POLLETT, F.C. and WELLS, E.D.
   1980. Peatlands of Newfoundland -- An overview. P. 1-16 in Nfld. and Lab. Peat Assoc., The diversity of peat, Robinson-Blackmore Ltd., St.John's, Nfld. 130 p.

6. SJORS, H.
   1948. Mire vegetation in Bergslagen (In Swedish, Engl. summary). Acta Phytogeogr. Suec.21: pp. 1-299 + appendices.

7. HEINSELMAN, M.L.
   1963. Forest sites, bog processes, and peatland types in the glacial Lake Agassiz region, Minnesota. Ecol. Monogr. 33:327-374.

8. HEIKURAINEN, L.
   1982. Peatland Forestry; in Finn. Peatland Soc., Finn. Nat'l. Comm. Internat'l. Peat Soc., Peatlands and their utilization in Suomen Graafinen Group Oy, Espoo., Helsinki. pp. 53-62

9. COMMISSION CANADIENNE DE PEDOLOGIE
   1978. Le système canadien de classification des sols. Ministère de l'agriculture du Canada, Ottawa, Ont. Publ. 1646. 170 p.

10. MACLEAN, D.W. and BEDELL, G.H.D.

1955. Northern Clay Belt growth and yield survey. Can. Dep. North. Aff. and Nat'l. Resour., For. Br., For. Res. Div., Tech. Note. No. 20. 31 p.

11. BELISLE, J., Ed.
1980. Field manual for describing soils. Ont. Inst. Pedol., Univ. Guelph, Guelph, Ont.

12. GEMMELL, J.R.
1979. The identification of forest sites in the Clay Belt. pp. 42-54 in proc. Second Ont. Conf. on For. Regen., Ont. Min. Nat. Resour., Kapuskasing, Ont., March 6-8, 1979.

13. WILDE, S.A., VOIGT, G.K., and PIERCE, R.S.
1954. The relationship of soils and forest growth in the Algoma District of Ontario, Canada. J. Soil Sci. 5 (1): pp. 22-39.

14. JEGLUM, J.K., ARNUP, R., JONES, R.K., PIERPOINT, G. and WICKWARE, G.M.
1982. Forest ecosystem classification in Ontario's Clay Belt: A case study. In Symposium on Artif. Regen. of Conifers in the Upper Gt. Lakes Reg., Green Bay, Wis., Oct. 26-28, 1982. Spons. by Mich. Tech. Univ., Houghton, Mich. (In press).

15. JONES, R.K., PIERPOINT, G., WICKWARE, G.M., and JEGLUM, J.K.
1982. A classification and orgination of forest ecosystems in the Northern Clay Section of Ontario: A framework for forest management. In R. Wein, Ed. Proc. of Dynamics of Boreal Forest Ecosystems, Thunder Bay, Ont., Aug. 23-25, 1982. Spons. by Assoc. of Can. Univ. for North. Stud. (In press).

16. JEGLUM, J.K., BOISSONNEAU, A.N., and HAAVISTO, V.F.
1974. Toward a wetland classification for Ontario. Dept. Environment, Can. For. Serv. Sault Ste. Marie, Ont. Rep. o-x-215. 54 p.

17. MORLEY, P.
1982. The Makeri approach to thinning. Can. For. Indus. 102(11): pp. 9.

18. VIRGO, K.
1975. Practical aspects of regenerating on Ontario Clay Belt peatlands. pp. 265-276 in Black Spruce Symposium. Dep. Environ., Can. For. Serv., Sault Ste. Marie, Ont. Symp. Proc. O-P-4.

19. VIRGO, K.

1979. Site specific silvicultural prescriptions for the Clay Belt. pp. 55-63 in Proc. Second. Ont. Conf. on For. Regen., Ont. Min. Nat. Ressour., Kapuskasing, Mar. 6-8,1979.

20. SLEEP, V.
1979. Logging in Claybelt sites. p. 68-75 in Proc. Second Ont. Conf. on For. Regen., Ont. Min. Nat. Ressour., Kapuskasing, Ont., March 6-8, 1979.

21. SCOTT, R.O.
1976. Description of sites found in 5 to 10 year old cutovers in the Kapuskasing District of Ontario, Appendix. One, pp. 15-14. Ont. Min. Nat. Resour. In J.T. Rudolph Ed., Proc. of the Black Spruce Workshop, held in Cochrane, Ont., Oct. 6, 1976. Unpublished typescript, 24 p.

22. SCOTT, R.O. and VIRGO, K.D.
1977. A site classification system for clearcut areas in the Clay Belt. Ont. Min. Nat. Resour., Kapuskasing District. Unpubl. Rep. 36 p. + appendices and figures.

23. MOORE, C.L.
1973. A study of cutover pulpwood stands near Iroquois Falls, Ontario, 1925-1971. Ont. Min. Nat. Resour., For Res. Br., For. Res. Rep. No. 93. 82 p.

24. STANEK, W.
1975. The role of layerings in black spruce forests on peatlands in the Clay Belt of northern Ontario. pp. 242-249 in Black Spruce Symposium Dep. Environ., Can. For. Serv., Sault Ste. Marie, Ont. Symp. Proc. O-P-4.

25. FRISQUE, G., WEETMAN, G.F. and CLEMMER, E.
1978. Reproduction and trial projected yields 10 years after cutting 36 pulpwood stands in eastern Canada. For. Eng. Res. Inst. Can. Tech. Rep. No. TR-23.

26. ARMSON, K.A., ROBINSON, F.C. and OSBORN, J.E.
1980. Forest management manual for the province of Ontario, OMNR, Toronto, Ont. 132 p.

27. HAAVISTO, V.F.,
1979b. Some considerations for regenerating black spruce on peatlands in the Northern Clay Forest Section, Ontario. Dep. Environ., Can. For. Serv., Sault Ste. Marie, Ont. Report O-X-295. 32 p.

28. KETCHESON, D.E.
1982. The impact of strip cutting on logging costs. Pulp Pap. Can. 83(7): pp. 29-34.

29. KOHONEN, M.
1981. Automatic multifunction tree planter and plant production system. pp. 139-143 in Amer. Soc. Agric. Eng., Symp. Engineer. System. for For. Regen., Raleigh, N.C., Mar. 2-6, 1981. ASAE Publ. 10-81.

30. KAILA, S.
1982. Metsänuudistamisen uusimmat koneratkaisut: Muokkausjälki maapohjan (Newest innovations in regeneration equipment: Site preparation according to site condition). Metsä ja Puu 5 (1982): pp. 14-15.

31. HAAVISTO, V.F.
1979a. Comments on black spruce seed and seedling requirements in Kapuskasing District, and on mechanical cone procurement. pp. 124-127 in Proc. Second. Conf. on For. Regen., Ont. Min. Nat. Resour., Kapuskasing, Ont. March 6-8, 1979.

32. HAAVISTO, V.F.
1980. Developements in mechanical cone harvesting. Dep. Environ., Can. For. Serv., Sault Ste. Marie, Ont. For. Res. News 1., Fall-Winter.

33. SMITH, E.P. and WOODCOCK, W.
1981. Mechanical black spruce cone harvesting. Heathwood Engineering Associates Ltd., for the Ont. Min. Nat. Resour. 93 p.

34. ISHERWOOD, T.
1979. Scarification in the Clay Belt. pp. 76-88 in Proc. Second Ont. Conf. on For. Regen., Ont. Min. Nat. Resour., March 6-8, 1979.

35. VIRGO, K.
1981. Some silvicultural equipment used in Ontario's Clay Belt. Paper presented at Northern Silviculture Meeting, "Silviculture 81", Aug. 20, 1981, Prince George, B.C. 11 p.

36. JEGLUM, J.K.
1979. Effects of some seedbed types and watering frequencies on germination and growth of black spruce: A greenhouse study. Dep. Environ., Can. For. Serv., Sault Ste. Marie, Ont., Report O-X-292. 33 p.

37. STANEK, W.
1968. A forest drainage experiment in northern Ontario. Pulp pap. Mag. Can. 69: pp. 58-62.

38. PAYANDEH, B.

1975. Growth and economic analyses of a forest drainage experiment in northern Ontario. pp. 61-77 in Black Spruce Symposium. Dep. Environ., Can. For. Serv., Sault Ste.Marie, Ont. Symp. Proc. O-P-4.

39. PAYANDEH, B.
1982. Five-year growth response of northern Ontario peatland black spruce to fertilization and drainage. Dep. Environ., Can. For. Serv., Sault Ste. Marie, Ont. Inf. Rep. O-X-340. 20 p. + appen.

TABLEAU 1: ACTIVITES SYLVICOLES DANS LA REGION DE LA CEINTURE ARGILEUSE DE L'ONTARIO: DISTRICTS DE COCHRANE ET KAPUSKASING 1981/1982.
(Source: Ministère des Ressources naturelles de l'Ontario, section "Northern Region")

Récolte:		
Coupe à blanc[a]	23,509 ha	
Coupe modifiée (modified harvest cutting)	1,340 ha	
Superficie totale récoltée		24,849 ha
Préparation du site:		
Cisaillement (shearblading)	3,971 ha	
Moyens chimiques[b]	518 ha	
Coupe d'arbres entiers[c]	501 ha	
Coupe de couloirs pendant l'été (à la lame)	344 ha	
Brûlage prescrit	208 ha	
Superficie totale préparée		5,542 ha
Régénération artificielle:		
Plantation	4,514 ha	
Ensemencement (aérien et au sol)	201 ha	
Superficie totale régénérée par des moyens artificiels		4,715 ha
Entretien:		
Application d'herbicides	10,002 ha	

a - Comprend la coupe d'arbres entiers.

b - La préparation par des moyens chimiques s'applique au traitement des sites avant le brûlage ou l'ensemencement.

c - L'abattage d'arbres entiers est considéré un moyen de préparer le terrain. Ce chiffre est inclus dans celui de la coupe à blanc. Cette coupe est faite à l'aide de débusqueurs à pneus larges sur les tourbières pendant l'été et de débusqueurs à pneus ordinaires.

TABLEAU 2: STOCKS DES ESPECES PRINCIPALES (%) ET TYPES DE TERRAIN PAR RAPPORT A LA GERMINATION DANS SIX TYPES DE SITES COUPES, NON TRAITES-DISTRICT DE KAPUSKASING, ONTARIO

		Types de sites coupés, district de Kapuskasing, Ontario				
Superficie(%)	20	6	9	20	29	14
Stocks (%)						
Epinette	24	66	62	38	37	30
Sapin baumier	36	60	15	40	17	8
Peuplier	55	14	6	4	8	19
Type de terrain par rapport à la germination (%)						
Litière	66	29	26	49	36	14
Hypne	6	44	23	8	7	7
Sphaigne	2	9	34	22	24	15
Terrain perturbé	20	11	13	11	29	53

Source: Scott, R.D. 1976. Description of sites found in 5 to 10 years old cutovers in the Kapuskasing District of Ontario. Appendix 1. In J.T. Rudolph, Ed. Proc. Black Spruce Workshop, Cochrane, Ont., Oct. 6, 1976. Sponsored by Ontario Ministry of Natural Ressources. (Unpublished typescript).

TABLEAU 3: PREVISIONS POUR LES ACTIVITES SYLVICOLES: ABITIBI-PRICE, IROQUOIS FALLS FOREST

Année	82-83	83-84	84-85	85-86	86-87
1.Superficie totale coupée(ha)	5665	5665	5665	5665	5665
2.Superficie totale plantée(ha)	1407	3060	4398	4398	4398
3.Coupe modifiée (total-ha)	1050	1300	462	462	462
4.% de régénération (2+3/1)	43	77	86	86	86
5.Cisaillement (Shearblading)	2524	3050	3050	3050	3050
6.Entretien	2960	2835	3098	3098	3098

Figure 1
Superficie des tourbières exprimé comme pourcentage de la superficie totale — par sections écologiques, Ontario (Ketcheson et Jeglum 1972)

Figure 2
Superficie des pessières noires pures (sur tourbières) exprimé comme pourcentage de la superficie totale des tourbières — par sections écologiques, Ontario (Ketcheson et Jeglum 1972)

Figure 3
Superficie des pessières noires pures (sur tourbières) exprimé comme pourcentage de la superficie totale de pessières noires — par sections écologiques, Ontario (Ketcheson et Jeglum 1972)

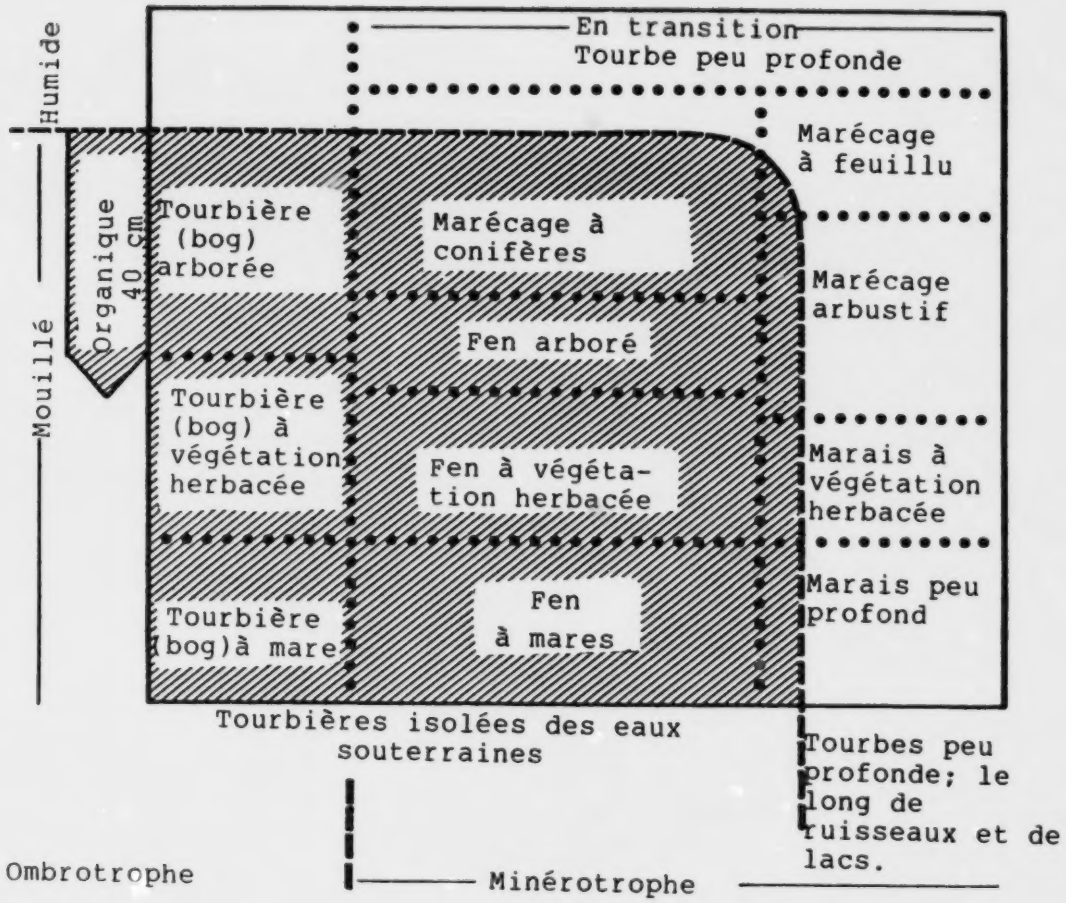
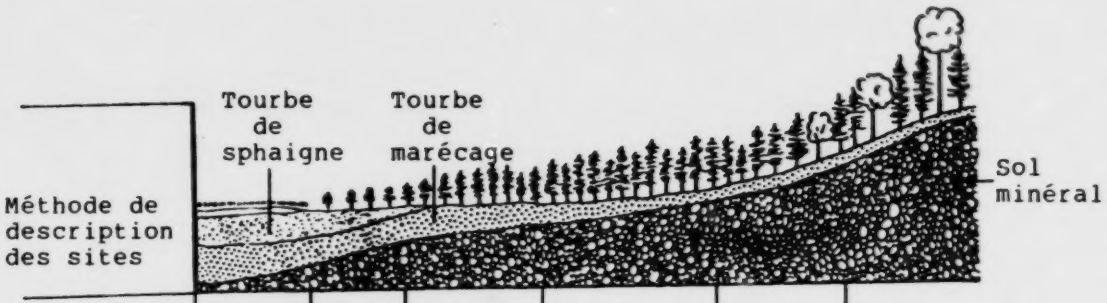


Figure 4 Modèle environnemental en deux dimensions des sous-classes principales de terres humides et de tourbières.



Méthode de description des sites	Bog non arboré fen ou marais	Bog arboré (En/Cc)	Marécage à conifères (En/tL)	Marécage à conifères (En/Ar)	Marécage à conifères (En/hypnes)	Terres élevées
JEGLUM et al 1974						
McLEAN et BEDELL 1955		Sphagnum Ledum-Chamaedaphne	Sphagnum-Ledum	Sphagnum-Ledum - Alnus	Hypnum-Hylocomium	
SPRUCE FALLS		En isolée	Marécage à épinette	Platière à épinette	Talus d'épinette	Terres élevées
ABITIBI (entente d'aménagement forestier)		En isolée	A-1	A-2	B-1	B-1 à B-6
				AVANT LA COUPE		
				APRES LA COUPE		
KAPUSKASING		En isolée	Ericacées, (Aulnes-laîches) (Laîches)	Aulne (Aulne-laîches) (Laîches)	Hypnes	Terres élevées

En - épinette noire
Cc - cassandre caliculé
tL - thé du Labrador
Ar - Aulne rugueux

Figure 5 Classification des terres humides et des tourbières en sites typiques en vue des travaux d'aménagement forestier dans la Ceinture argileuse: shéma simplifié de leurs positions relatives et comparaison des divers systèmes de classification. (modifié de Gemmell, 1972)[12]

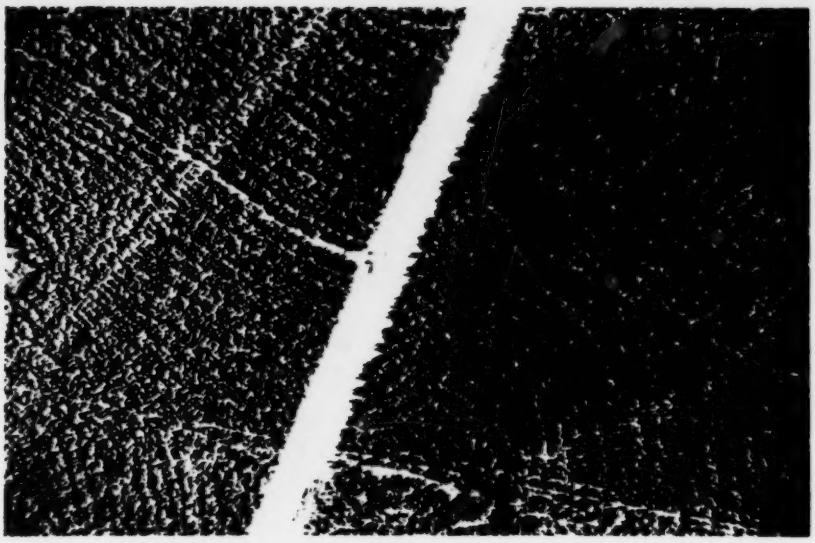


Figure 6 Sentiers de débusquage larges de 20 m (1 chaîne) dans une tourbière à épinette noire exploitée pendant les années 1930. A ce moment, les chevaux étaient utilisés pour débusquer les tronçons de 1.2 ou 2.4 m (4 ou 8 pieds).

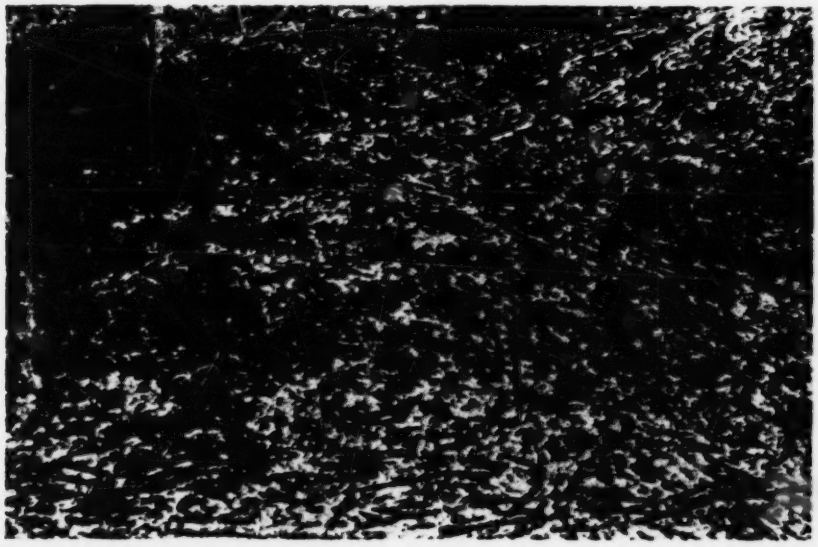


Figure 7 Perturbations causées par des débusqueurs pendant une opération de coupe d'été. On voit à gauche un massif d'épinette non marchande qui n'a pas été récolté. (Photo de R. Gemmell).

Figure 8 Débusqueurs à pneus réguliers et à pneus larges. Ces derniers sont fabriqués par la compagnie Rolligon au Texas.

Figure 9 Abatteuse-groupeuse à chenilles larges en opération dans un marécage pendant l'été.

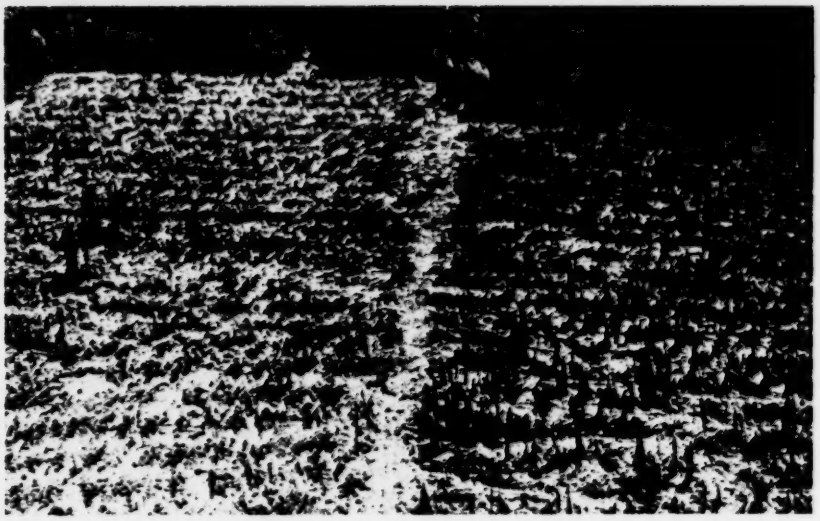


Figure 10 Aspect de la coupe après la récolte effectuée au moyen d'abatteuses-groupeuses à chenilles larges et de débusqueurs à pneus larges Rolligon.

Figure 11 La forme de préparation du terrain la plus répandue est le cisaillement, ici à l'aide d'une lame Rome KG pendant l'hiver.

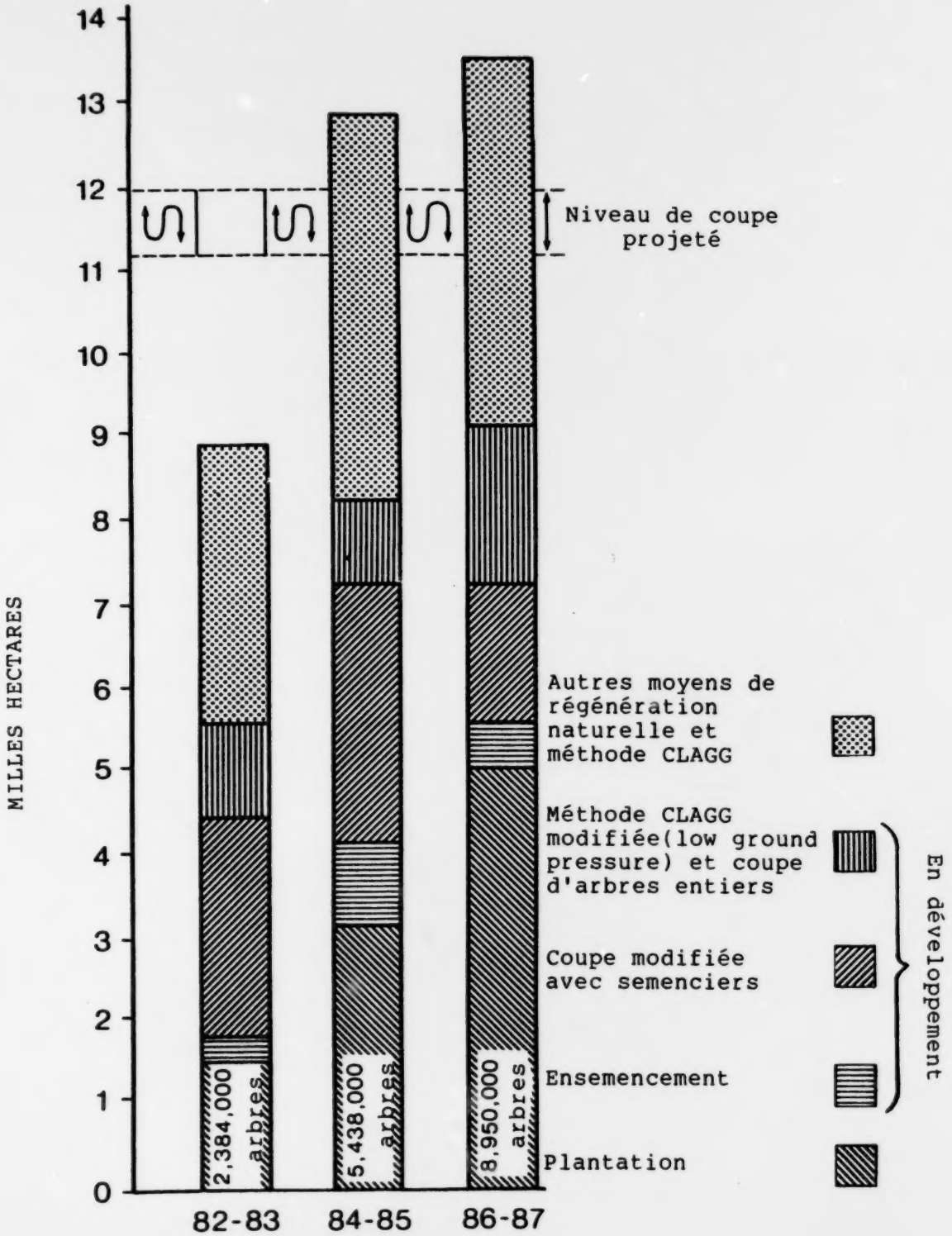


Figure 12 Prévision des activités sylvicoles, Spruce Falls - 1982-87

ANNEXE A

NORMES SYLVICOLES, ENTENTE D'AMENAGEMENT FORESTIER, ABITIBI-PRICE, IROQUOIS FALLS FOREST

Description du site			Recommandations pour la sylviculture				Normes de reboisement[a]		
	Type de site	Section inventoriée	Section proposée	Méthode de récolte	Saison préférée pour la récolte	Traitement suite à la coupe	Reboisement minimum en espèces acceptables (%)	Reboisement visé en espèces acceptables (%)	Espèces acceptables
	*Ce site est habituellement recouvert de bois de taille non-marchande								
(A) Sols organique (>30 cm de sol	1.Drainage pauvre (généralement classe 3)	Epinette	Epinette noire	Coupe à blanc	Hiver (gel)	Aucun-laisser à la régénération naturelle	40	70	En,M
	*Site à tourbe profonde, bois de taille marchande								
organique sur sol minéral	2.Drainage moyen à pauvre(généralement classe 2)	Epinette	Epinette noire	1)Coupe à blanc en bandes alternées ou en blocs	Hiver (gel)	Laisser à l'ensemencement naturel ou préparer le site (cisailler) au préalable,entretenir si nécessaire	40 (1ère coupe)[a] d'un système de 2 coupes	70	En,M
				2)Coupe à blanc avec réserve de semenciers en groupe	Hiver (gel)	Comme ci-dessus	40	70	En,M
	*Sites intermédiaires (transition entre les tourbières et les terres élevées)								
(B) Sols minéraux (<30cm de sol organique sur sol minéral	1.Profond,drainage imparfait -de 10à30 cm de sol organique au dessus du sol minéral (classe 2 et moitié inférieure de classe 1)	a)Accès par une route de gravier	Epinette noire	Coupe à blanc	Hiver (gel)	1.)Aucune préparation du site -planter 1750 arbres/ha;entretenir si nécessaire	40	70	En, Eb Pg,M,Sb[b]
						2.)Préparation du site requise (cisaillement) -planter 1750 arbres/ha;entretenir si nécessaire	40	70	En, Eb[b] Pg,M,Sb
		b)Aucun accès par une route de gravier	Epinette noire	1)Coupe à blanc, en bandes alternées ou en blocs	Hiver (gel)	Laisser à l'ensemencement naturel,ou préparer le site au préalable; entretenir si nécessaire	40	70	En, Eb[b] Pg,M,Sb
				2)Coupe à blanc avec réserve de semenciers	Hiver (gel)	Comme ci-dessus	40	70	-
				3)Coupe à blanc	Hiver (gel)	Ensemencer ou préparer le site au préalable, entretenir si nécessaire	40	70	En, Eb[b] Pg,M,Sb

En- Epinette noire M- Mélèze
Sb- Sapin baumier Eb- Epinette blanche
Pg- Pin gris

a- Reboisement par lopins de $4m^2$
b- Le reboisement en Sb ne doit pas dépasser 10%

SESSION 3

LA CONSERVATION ET

L'ENVIRONNEMENT

LES TOURBIERES COMME HABITAT POUR LA FAUNE AQUATIQUE ET TERRESTRE

PEATLANDS AS FISH AND WILDLIFE HABITAT

K. Clarke-Whistler et J.A. Rowsell
Beak Consultants Limited
Mississauga, Ontario

RESUME

Cet exposé présente les implications du développement des tourbières sur la faune aquatique et terrestre au Canada.

On y traite de façon sommaire l'utilisation des tourbières comme habitats par divers groupes fauniques: mammifères, oiseaux, reptiles, amphibiens, poissons et invertébrés. De plus, on discute les effets défavorables sur les écosystèmes aquatiques et terrestres, qui pourraient découler de l'exploitation des tourbières. Enfin, des recommandations visant la récupération et la conservation des tourbières sont formulées.

ABSTRACT

This paper presents an overview of the implications of peatland development in Canada on fish and wildlife.

Usage of peatland habitats by mammals, birds, reptiles and amphibians, fish and invertebrates is summarized; potential adverse effects of development on aquatic and terrestrial ecosystems are discussed; and recommendations are made for reclamation and consevation of peatlands.

INTRODUCTION

L'industrie de la tourbe se porte bien et est en pleine expansion. Au cours des prochains jours, nous allons entendre parler des usages de la tourbe en horticulture, en agriculture, en foresterie et en tant que source d'énergie, entre autres. Quoique la croissance économique soit toujours souhaitable, il peut arriver que le développement d'une industrie basée sur les

ressources naturelles entre en conflit avec d'autres secteurs, en ce qui concerne l'utilisation des terres. Cet exposé a pour but de vous familiariser avec quelques problèmes se rapportant à la faune aquatique et terrestre, qui résultent de l'extraction de la tourbe.

On m'a déjà dit que les seuls organismes vivants que l'on retrouve dans les tourbières sont les moustiques et les mouches noires. Bien que ce commentaire soit probablement exagéré, il est quand même justifiable, car en général, les tourbières sont moins productives que la plupart des écosystèmes. Cependant, leur grande superficie, l'isolement qu'elles procurent et le fait qu'elles sont dispersées parmi des habitats plus productifs, les rendent attrayantes pour plusieurs espèces d'animaux. Parmi ces espèces certaines revêtent une importance économique directe, alors que d'autres sont importantes au point de vue écologique i.e. espèces de proie. Peu d'espèces habitent exclusivement les tourbières, cependant, plusieurs animaux s'en servent pour des activités spécifiques, telles:

- se nourrir
- élever leurs petits
- s'abriter
- se reposer pendant les périodes de migration

ANIMAUX AQUATIQUES ET TERRESTRES SOUVENT ASSOCIES AUX TOURBIERES

Les tourbières canadiennes se retrouvent principalement dans les zones arctique, sub-arctique,boréale, tempérée, océanique, ainsi que dans la zone des terres humides en montagne (Zoltai (1979)[1]). La distribution des espèces fauniques suit ces biomes majeurs.

MAMMIFERES

Les mammifères qui habitent les tourbières comprennent (a) des espèces qui vivent également dans les communautés des terres hautes/mésiques et dans des habitats en bordure de tourbières (il s'agit de la majorité), et (b) des populations locales de petits mammifères, dont les activités se restreignent principalement aux tourbières (Tableau 1).

Les groupes les plus importants de petits mammifères comprennent les musaraignes, les taupes, les rongeurs, les lièvres et les lapins. La plupart de ces mammifères se reproduisent rapidement, de sorte qu'ils représentent une source importante de nourriture pour les oiseaux et les mammifères prédateurs.

La Musaraigne cendrée semble être plus commune dans les tourbières peu boisées et humides, où les petits insectes sont abondants (Getz (1961) [2]). La Grande musaraigne préfère les fens et les marécages de bois dur plus productifs (Buckner (1966)[3]). La Musaraigne arctique se retrouve également le plus souvent dans les tourbières peu boisées.

Le Lièvre d'Amérique est une espèce importante des tourbières et des habitats de transition. Lorsque les densités de population sont relativement faibles, il utilise les marécages à conifères, les habitats en bordure de marécages et les fens. Plusieurs de ses prédateurs partagent au moins partiellement les mêmes habitats. (Keith (1966)[4] ; Marshall et Miquelle (1978)[5]).

Les tourbières abritent aussi des rongeurs sciuridés, tels que l'Ecureuil roux, le Tamia mineur et le Grand polatouche. Ceux-ci fréquentent surtout les forêts de conifères, les marécages, ainsi que les tourbières hautes et mésiques.

On associe souvent le Castor aux tourbières, cependant, les lacs et les rivières, où on retrouve en abondance les espèces d'arbres dont il se nourrit, lui sont bien plus utiles que les tourbières, les fens ou les marécages à conifères. Les barrages de castor peuvent toutefois avoir des effets importants sur le drainage des tourbières.

Plusieurs espèces de souris, de campagnols et de campagnols-lemmings, qui ont des territoires restreints, dépendent à différents degrés des tourbières. Les plus importants de ceux-ci, le Campagnol à dos roux de Gapper, le Campagnol-lemming boréal et le Campagnol-lemming de Cooper, vivent surtout dans les tourbières peu ou pas boisées et les fens. Les campagnols-lemmings sont les mammifères dont l'aire

d'utilisation est la plus restreinte; on les retrouve principalement dans les zones de laîches (Carex) et d'herbacées.La plupart de ces espèces constituent les proies principales de plusieurs prédateurs.

Le Lynx est probablement le carnivore qui dépend le plus directement des tourbières, il y trouve en effet ses proies préférées. Quant à la Martre d'Amérique, celle-ci se nourrit de petits mammifères qui habitent les tourbières tels le Campagnol à dos roux, les souris sauteuses, l'Ecureuil roux, le Grand polatouche et le Lièvre d'Amérique. De même, le Pékan, qui fréquente surtout les marécages et les forêts de conifères,a les espèces suivantes comme proies: le Lièvre d'Amérique, l'Ecureuil roux, le Campagnol à dos roux et le Porc-épic (DeVos (1964)[7]). Divers autres prédateurs utilisent les tourbières pour satisfaire à différents besoins. Le Loup, par exemple, se promène le long des fossés de drainage (souvent dans les fens ou les marécages à mélèze) et fréquente souvent les tourbières ombrotrophes ou les fens pour élever ses petits (Joslin (1967) [8]).

Plusieurs espèces d'ongulés broutent, selon les saisons, le lichen, les laîches et les herbacées. Dans certaines parties de la distribution du Caribou des bois, on retrouve sur les tourbières du lichen à caribou, ce qui représente un habitat important. L'Orignal se rend souvent dans les marécages et les zones de transition entre deux habitats pour mettre bas et pour brouter, quoiqu'on ne le retrouve que rarement dans les

tourbières peu ou pas boisées. Le Bison et le Boeuf musqué, espèces considérées comme étant peu communes ou rares, utilisent les fens à l'intérieur d'un territoire restreint (Banfield (1974) [9]; Wiken et al (1981) [10]).

OISEAUX

Les oiseaux utilisent les tourbières à diverses fins. Peu s'y reproduisent mais un grand nombre d'espèces variées sont attirées par l'abondance et la diversité des insectes et autres petits invertébrés, ainsi que par les graines et les baies qui s'y retrouvent. Les groupes principaux communément associés aux tourbières sont les oiseaux aquatiques migrateurs, les tétras et gélinottes, les moucherolles, les fauvettes et les pinsons (Tableau 2). Le Cygne siffleur, ainsi que plusieurs espèces de canards et d'oies, se servent des tourbières (bogs), des fens et des eaux libres pour nicher, élever leurs petits, se nourrir et se reposer. Les régions considérées comme étant d'une importance primordiale pour les oiseaux aquatiques comprennent: les districts écologiques de Old Crow Flats et la Plaine côtière du nord (Northern Coastal Plain)-tous deux au nord du Yukon, les terres basses de la baie d'Hudson, les régions côtières de l'Atlantique et du Pacifique et l'estuaire du fleuve St-Laurent (Carreiro et Tessier (1975) [11]; Wickware et al (1979) [12]; Wicken et al (1981)[10]).

Les tourbières boisées et les marécages fournissent un habitat à longueur d'année à plusieurs espèces de tétras et de gélinottes.

Les pessières noires ayant une dense couche d'éricacées au sol constituent un habitat critique pour le Tétras des savanes, alors que la Gélinotte huppée, la Gélinotte à queue fine et le Lagopède des saules préfèrent les terrains arbustifs plus ouverts (Crichton (1963) [13] ; Anderson (1973) [14]; Marshall et Miquelle (1978) [5]).

Plusieurs moucherolles, fauvettes et pinsons sont abondants dans les tourbières boisées et dans les zones de transition entre deux habitats des tourbières dans les zones sub-arctique, boréale et tempérée, Toutes ces espèces sont migratoires et ne fréquentent les tourbières qu'au printemps et à l'été pour se reproduire (Erskine (1977) [15]).

De nombreux prédateurs comptent sur les tourbières pour se nourrir. Le hibou des marais et l'aigle pêcheur, qu'on rencontre surtout dans les fens, se nourrissent principalement de rongeurs, d'oiseaux et de poissons. Plusieurs espèces en voie d'extinction, dont l'Aigle à tête blanche, le Faucon pèlerin et le Gerfaut, utilisent les tourbières d'une façon marginale.

POISSONS

Les poissons des eaux libres et des petits ruisseaux de drainage dans les tourbières ont fait l'objet de très peu d'études. Cependant, ces recherches indiquent qu'ils sont peu nombreux et que les espèces y sont peu diversifiées. Dans les tourbières de la zone boréale de l'Ontario, on a recueilli des Epinoches à cinq

épines, des Goujons à ventre rouge, des Goujons à fines écailles et des Ménés perlés du nord (communication personnelle - Crossman).

De plus grande importance, tant au point de vue économique qu'écologique, sont les poissons qui habitent les lacs et les rivières dans les régions nordiques, qui sont alimentés par les eaux de drainage des tourbières. Des poissons de dimensions records comprenant le Touladi, l'Omble chevalier, le Grand brochet, le Corégone et l'Omble arctique ont été pêchés dans ces cours d'eau (Scott er Crossman (1973)[16] ; Muir (1977)[17]). Dans les régions tourbeuses des zones tempérée et boréale, plusieurs espèces dont l'Omble de fontaine, la Truite arc-en-ciel, le Touladi, ainsi que plusieurs espèces de saumons (atlantique, coho, chinook, nerka, kéta et ouananiche), ont recours aux lacs et aux rivières pour frayer,se nourrir et pour hiverner.

AMPHIBIENS ET REPTILES

Quoique peu étudiées, les amphibiens et les reptiles qu'on retrouve dans les tourbières sont généralement peu abondants et les espèces y sont peu diversifiées. La plupart préfèrent des régions plus au sud. Cependant, deux espèces d'amphibiens sont assez souvent associées aux tourbières: ce sont la Grenouille des bois et le Crapaud d'Amérique.

Plusieurs facteurs déterminent le choix d'un habitat convenable. La plupart des espèces requièrent un milieu humide ou aquatique,

au moins pendant la période de reproduction. Les fens et les marécages alcalins sont les habitats de reproduction préférés. L'usage de ces milieux varie selon les saisons. Selon Regal et Karn (1978) 18, la Grenouille des bois est commune dans les milieux de reproduction des terres hautes du Minnesota au printemps, mais elle se disperse vers les tourbières en fin d'été.

Il n'y a probablement qu'une espèce de reptile rare ou en voie d'extinction dans les limites majeures des tourbières canadiennes; il s'agit de la Tortue ponctuée. Cook et al (1980)[19] rapportent que cette tortue habite dans les tourbières au centre de l'Ontario. Elle y préfère les régions centrales les plus mouillées où on retrouve des tapis flottants de sphaigne et des étangs.

INVERTEBRES

L'homme associe souvent aux tourbières la diversité et l'abondance désagréable des insectes qu'on y retrouve. Toutefois,ce sont précisément ces insectes qui attirent vers ces milieux humides ou aquatiques les reptiles, les amphibiens, les poissons et les oiseaux. En plus des invertébrés strictement aquatiques, de nombreuses espèces d'insectes passent une partie de leur cycle vital dans l'eau et leur phase adulte sur la terre, constituant ainsi une source de nourriture pour les vertébrés aquatiques et terrestres. Quoique la composition et la structure des communautés d'invertébrés dans les tourbières n'ont reçu que

peu d'attention de la part des chercheurs, certaines informations sur les insectes des tourbières à sphaigne indiquent l'existence de communautés très spécialisées. (Hardy (1949) [20]; Secoy et Maw (1982) [21]).

EFFETS DEFAVORABLES SUR LE DRAINAGE ET L'EXTRACTION DE LA TOURBE

IMPACT SUR LES ECOSYSTEMES AQUATIQUES

Les tourbières sont des écosystèmes dynamiques crées par l'équilibre des facteurs aquatiques, terrestres et climatiques. La quantité et la qualité de l'eau exercent une influence importante sur le sol et les organismes vivants. Par conséquent, les questions se rapportant aux ressources d'eau sont d'importance primordiale lorsqu'on veut évaluer les effets d'un développement quelconque. Le drainage et la création d'étangs occasionnés par l'exploitation de la tourbe peuvent influencer l'hydrologie et la végétation, et engendrer des changements physico-chimiques significatifs de l'eau. Les effets connus les plus marqués sont:

- la libération d'éléments nutritifs, de substances humiques et d'oligo-éléments.
- la réduction du pH, du niveau d'oxygène et de l'intensité lumineuse.
- l'augmentation des particules en suspension et de la sédimentation.

Les effets biologiques majeurs se font sentir dans les cours d'eau du site exploité. Plusieurs groupes d'animaux sont affectés par le changement de la qualité de l'eau. Bien entendu, les poissons en sont les plus touchés. L'impact varie selon les espèces; les salmonidés (truites et saumons), par exemple, qui représentent une ressource majeure, sont particulièrement sensibles à un pH peu élevé (Haines (1981) 22). A l'heure actuelle, on retrouve dans les provinces de Terre-Neuve, de Nouvelle Ecosse, du Nouveau-Brunswick, du Québec et dans les Territoires du nord, des rivières importantes pour le frai des salmonidés, qui reçoivent les eaux provenant du drainage naturel des tourbières.

Plusieurs groupes que l'on considère tolérants au point de vue acidité (Characidae, Cichlidae) démontrent une sensibilité très élevée aux substances humiques (Crawford (1978)[23]; Haines (1981)[22]).

Les eaux de tourbières sont également toxiques pour certaines espèces d'amphibiens. Des études au Minnesota ont démontré que les eaux à faible pH, ayant des niveaux spécifiques de conductivité et d'éléments nutritifs, ainsi que de fortes concentrations de substances humiques, affectent la fertilité des oeufs et /ou la survie des larves de espèces suivantes: le Crapaud d'Amerique, la Rainette faux-grillon, la Rainette crucifère, la Grenouille léopard et la Salamandre à points bleus (Regal et Karns (1978)[18]; Karns (1981)[24]).

Les invertébrés font partie intégrante de plusieurs chaînes alimentaires terrestres et aquatiques. Une eau de mauvaise qualité influe sur la diversité et l'abondance des organismes benthiques, ce qui touche directement les organismes consommateurs (Crawford (1978) [23]; Pennak (1979) 25; King et al (1980) [26]).

IMPACT SUR L'ECOSYSTEME TERRESTRE

L'extraction de la tourbe a plutôt un impact local sur les écosystèmes terrestres. Les effets principaux résultent de la suppression de l'habitat et des espèces immobiles (invertébrés). Les perturbations secondaires tels la construction de routes, la circulation de véhicules, le bruit et la présence humaine, peuvent également gêner certaines activités critiques comme l'accouplement, la nidification, le creusage d'une tanière, l'élevage des petits et les déplacements de certaines espèces.

Les développements sur une moyenne et une grande échelle peuvent réduire d'une façon très significative les populations locales de petits mammifères, d'animaux à fourrure, de tétras et de gélinottes, ainsi que d'autres oiseaux (Keith (1966) [4] ; Haas (1974) [27]; Green (1980) [28]). Les plus gros mammifères, tels le Loup, le Bison, le Lynx, le Caribou, etc., qui sont facilement dérangés par l'homme, peuvent tout simplement disparaître d'une région (Telfer (1972) 29; MDNR (1976) [30]).

Les populations de gros gibiers peuvent également être affectées par une chasse accrue (Goddard (1970)[31]; Lynch (1973)[32]).

RECUPERATION EN VUE DE L'AMENAGEMENT POUR LA FAUNE

La valeur d'un habitat diminue lors de l'étape préparatoire à l'extraction de la tourbe, de même que pendant les opérations d'extraction proprement dites. Toutefois, un plan de récupération bien élaboré peut produire un terrain supérieur à l'habitat original. Malgré tout, le système original ne peut être remplacé et les populations locales de certains groupes ou espèces seront éliminées d'une façon permanente. Les facteurs les plus importants qui influent sur l'usage futur des tourbières exploitées sont:

- la technique de récolte ou d'extraction
- l'échelle de développement
- la demande publique
- les caractéristiques naturelles de l'environnement
- la valeur esthétique

Les terres récupérées dans les régions exploitées relativement sèches peuvent être très productives, selon le niveau de la nappe phréatique, la fertilité du sol, le drainage et la quantité de tourbe résiduelle.Par contre, l'extraction au moyen de machinerie hydraulique produira des lacs et des étangs peu profonds.
La coupe à blanc ou la création d'étangs sur une étendue de plusieurs mille acres peut modifier d'une façon permanente des

bassins de drainage entiers et créer de grandes surfaces ouvertes. Ces étendues, n'ayant pas d'hétérogénéité verticale, sont dépouvus d'abris naturels. Un plan de récupération visant des utilisations multiples, comprenant la sylviculture, l'agriculture, l'aménagement pour la faune et la récréation est susceptible de mieux résoudre les problèmes posés par ces grandes étendues de terrain.

Les terrains de superficie plus restreinte peuvent être aménagés pour une variété de groupes d'animaux. L'aménagement devrait surtout porter sur la ré-introduction de végétation propice à la nidification et à l'élevage des petits; elle doit aussi pouvoir servir de nourriture et d'abri. Plusieurs plantes communes des terres humides ont démontré la capacité de se rétablir un à deux ans après leur élimination par la coupe à blanc, l'exploitation par découverte, la culture ou le feu (Millar (1973)[33], Krementz et Sauer (1982) [34]). Toutefois, les tourbières du nord sont peu productives comparativement aux marais et aux terres humides du sud, de sorte qu'on doit traiter le sol afin d'obtenir la repousse désirée.

Les étendues coupées à blanc, lorsque relativement restreintes et de forme irrégulière, deviennent d'excellents habitats pour les tétras et les gélinottes, et ceci en quelques années seulement. Les orignaux viennent également y brouter. (Marshall et Miquelle (1978) [5]; Taylor (1982) [35]). Les étangs peu profonds et les lacs à végétation émergente et riveraine procurent de la nourriture, un

abri et un habitat propice à l'élevage des petits aux oiseaux aquatiques, aux oiseaux de rivage et aux passereaux (Godfrey (1979)[36]; Warner et Boehlert (1979 [37]). Les phases initiales de la récupération sont favorables aux animaux préférant les habitats ouverts et arbustifs. Les communautés forestières se rétablissent dans les dix à vingt ans suivant le reboisement.

CONSERVATION DES TOURBIERES

Les tourbières sont non renouvelables. Ainsi, les sites uniques du point de vue géographique, ceux qui représentent un habitat critique pour la faune et ceux utilisés par des espèces rares, menacées ou en voie d'extinction, doivent être identifiés et protégés. Certaines régions importantes sont présentement protégées par les lois fédérales et provinciales, et on prévoit que d'autres sites proposés dans le cadre du International Biological Program (Projet Telma) seront ajoutés aux premiers au cours des prochaines années (Moore et Bellamy (1974) [38]; Argus (1977) [39]).

Cependant, des recherches additionnelles sont necéssaires afin de recueillir de plus amples données de base, d'établir les relations écologiques importantes, et de mieux comprendre la structure des communautés.

Au Canada, nous avons la possibilité d'appliquer des techniques

modernes d'aménagement de l'environnement à une industrie basée sur une ressource qui est encore en voie de développement. Une bonne planification verra à assurer une croissance économique, à minimiser les conflits relatifs à l'utilisation des terres, à créer une bonne image face au public et à protéger les tourbières pour les générations futures.

REFERENCES

1. ZOLTAI, S.C.
   1979. An outline of the wetland regions of Canada. Proc. of a Workshop on Canadian Wetlands, Ecological Land Classification Series No. 12, Lands Directorate, Environment Canada.

2. GETZ, L.L.
   1961. Factors influencing the local distribution of shrews. Am. Midl. Nat. 65 (1): pp. 67-88.

3. BUCKNER, C.H.
   1966. Populations and ecological relationships of shrews in tamarack bogs of southeastern Manitoba. J. mammal 47 (2): pp. 181-194.

4. KEITH, L.B.
   1966. Habitat vacancy during a snowshoe hare decline. J. Wildl. Manage. 30(4): pp. 828-832.

5. MARSHALL, H.M. and MIQUELLE, D.G.
   1978. Terrestrial wildlife in Minnesota peatlands Minnesota Dept. of Natl. Resources. 193 p.

6. CONNOR, P.F.
   1959. The bog lemming (Synaptomus cooperi) in southern New Jersey. Mich. State Univ. Mus. Publ. 1: pp. 161 - 248.

7. DEVOS, A.
   1964. Food utilization of snowshoe hares on Manitoulin Island, Ontario. J. for. 62: pp. 238-244.

8. JOSLIN, P.W.B.
1967. Movement and home sites of timber wolves in Algonquin Park. Amer. Zool. 7: pp. 279-288.

9. BANFIELD, A.W.F.
1975. Les Mammifères du Canada. Musée national des Sciences naturelles. Les Presses de l'Université Laval et University of Toronto Press. 406p.

10. WIKEN, E.B., WELCH, D.M., IRONSIDE, G.R. and TAYLOR, D.G.
1981. The northern Yukon, an ecological land survey. Ecological Land Classification Series, No. 6, Lands Directorate, Environment Canada. 197 p.

11. CARREIRO, J.F. and TESSIER, G.D.
1975. The seasonal distribution of birds in Coastal and estuarine habitats of the Maritime Provinces; the Seasonal Distribution of Birds in Coastal and Estuarine Habitats of Newfoundland., Description de zones sensibles pour les oiseaux migrateurs du Québec incluant la Baie James; Critical and Important areas for Migratory Birds in Southern Ontario and James Bay. Canadian Wildlife Service, unpublished reports.

12. WICKWARE, G., COWELL, D., ROSS, K. and SIMS, R.A.
1979. Utilization of ecological land classification data for the study and management of waterfowl ressources in the Hudson Bay Lowland. P. 45-50. In D.G Taylor (ed.) Land/Wildlife Integration, Ecological Land Classification Series No. 11), Lands Directorate, Environment Canada.

13. CRICHTON, V.
1963. Autumn and winter foods of the spruce grouse in Central Ontario. J. Wildl. Manage. 27(4): pp: 597

14. ANDERSON, J.L.
1973. Habitat use, behaviour, territoriality, and movements of the male spruce grouse of northern Minnesota. M.S. Thesis, U. of Minn., St.Paul. 119 p.

15. ERSKINE, A.J.
1977. Birds in boreal Canada. Can. Wildl. Serv. Rep. No. 41. 73 p.

16. SCOTT, W.B. and CROSSMAN, E.J.
1973. Freshwater fishes of Canada. Bulletin 184, Fisheries Research Board of Canada, Ottawa. 966p.

17. MUIR, R.D.
1977. Wildlife, conservation and recreation.

p.352-366. In N.W. Radforth and C.O. Brawner (eds.) Muskeg and the Northern Environment in Canada, Univ. of Toronto Press, Toronto.

18. REGAL, P.J. and KARNS, D.R.
1978. Relationship of amphibians and reptiles to peatland habitation in Minnesota. pp. 163-229. In Minnesota Peat Program Report, Jan. 1979. Minnesota Dept. Nat. Res.

19. COOK, F.R., LAFONTAINE, J.D., BLACK, S., LUCIUK, L. and LINDSAY, R.V.
1980. Spotted turtles (Clemmys guttata) in eastern Ontario and adjacent Quebec. Can. Field-Nat. 94(4): pp. 411-415.

20. HARDY, G.A.
1949. A report on a study of Jordan Meadows, Vancouver Island 1948. Provincial Museum of Natural History and Anthropology, Prov. of British Columbia.

21. SECOY, D.M. and MAW, E.
1982, Notes on the birds of the Woollaston Lake Region, Saskatchewan, Summer, 1977. Blue Jay. 40(2): pp. 90-96.

22. HAINES, T.A.
1981. Acidic precipitation and its consequences for aquatic ecosystems: a review. Trans. Am. Fish. Soc. 110(6): pp. 669-707.

23. CRAWFORD, R.L.
1978. Effects of peat utilization on water quality in Minnesota. DNR Peatland Research Program, Final Report.

24. KARNS, D.R.
1981. Bog water toxicity and amphibian reproduction. Minnesota Dept. Nat. Res., Minn. Peat Prog. 33 p.

25. PENNAK, R.W.
1979. Freshwater Invertebrates of the United States, Wiley Interscience Publ., N.Y. 803 p.

26. KING, R., RICHARDSON, S., WALTERS, A., BOESCH, L., THOMSON, W., and IRONS, J.
1980. Preliminary evaluation of environmental issues on the use of peat as an energy source. U.S. Dept. of Energy. Div. of Fossil Fuel Processing. ET-78-C-01-3117.

27. HAAS, G.H.
1974. Habitat selection reproduction, and movements

in female spruce grouse. Ph.D. Thesis, U. of Minn., St. Paul. 124 p.

28. GREEN, J.E.
1980. Small mammal populations of northeastern Alberta. II Populations in reclamation areas. AOSERP. Rpt. 108, 136 p.

29. TELFER, E.S.
1972. Browse selection by deer and hares. J. Wildl. Manage. 36(4): pp. 42-45.

30. MINNESOTA DEPARTMENT OF NATURAL RESOURCES.
1976. Final report on peat progress: Phase 1, environmental effects and preliminary technology assessment.

31. GODDARD, J.
1970. Movements of moose in a heavily hunted area of Ontario. J. Wildl. Manage. 34.: pp. 439-445.

32. LYNCH, G.M.
1973. Influence of moose hunting on an Alberta moose herd. 9th N. Am. Moose Conf. and Workshop. pp. 123-135.

33. MILLAR, J.B.
1973. Vegetation changes in shallow marsh wetlands under improving moisture regime. Can. J. Bot. 51: pp. 1443-1457.

34. KREMENTZ, D.G. and SAUER, J.R.
1982. Avian communities on partially reclaimed mine spoils in south central Wyoming. J. Wildl. Manage. 46(3): pp. 761-765.

35. TAYLOR, E.S.
1982. Moose in crisis. Seasons. 22(1): pp. 22-27.

36. GODFREY, W.E.
1967. Les Oiseaux du Canada. Musée National du Canada, Bulletin No. 203, No.73 de la série biologique. Imprimeur de la Reine, Ottawa. 506p.

37. WARNER, D.W. and DOEHLERT, S.M.
1979. Bird populations and habitat use in Minnesota peatlands. p. 68-117. In Minnesota Peat Program Progress Report #5, January 1979. pp. 68-117.

38. MOORE, P.D. and BELLAMY, D.J.
1974. Peatlands. Elek Science. London. 221. p.

39. ARGUS, G.W.
1977. Canada. pp. 17-29. In G.T. Prance and T.S.

Elias (eds.). Extinction is forever. N.Y. Botanical Garden, N.Y.

40. BIRNEY, E.C. and NORDQUIST. G.E.
1978. The importance of peatland habitats to small mammals in Minnesota. pp. 14-66. In Minnesota Peat Program Progress Report, Jan. 1979. Minnesota Dept. Nat. Res.

41. NERO, R.W.
1963. Birds of the Lake Arthabasca region, Saskatchewan. Sask. Nat. History Society, Special Public. No. 5, Regina. 143 p.

42. JAMES, R.D., MCLAREN, P.L. and BARLOW, J.C.
1976. Annotated Checklist of the birds of Ontario. Life Sciences Miscellaneous Publications, Royal Ontario Museum. 75 p.

43. COSEWIC.
1979. Status reports: Endangered and threatened wildlife. Committee on the Status of Endangered wildlife in Canada, Canadian Wildlife Service.

44. TATE, J. Jr., and TATE, D.J.
1982. The blue list for 1982. Amercian Birds. 36(2): pp. 126-135.

TABLEAU 1: LES MAMMIFERES LES PLUS SOUVENT ASSOCIES AUX TOURBIERES CANADIENNES

(Banfield, (1974)[9] ; DeVos, (1964)[7] ; Marshall et Miquelle, (1978)[5]; Buckner, (1966)[3]; Getz, (1961)[2] ; Birney et Nordquist, (1978)[40]).

Légende: Situation: E = rare, menacé ou en voie d'extinction
U = peu commun C = commun

Types d'habitats: B = tourbière ombrotrophe (bog)
F = fen S = marécage E = Zone de transition entre habitats O = eau libre

Importance de la tourbière pour l'espèce: C = critique
S = important (saisonnier)
M = marginal

Espèces	Situation	Type(s) d'habitat(s)	Importance de la tourbière pour l'espèce
Petits mammifères			
Musaraigne cendrée	C	B,F,S,E	C
Musaraigne errante	C	B,F,S,E	C
Musaraigne arctique	C	B,F,S,E	C
Musaraigne pygmée	C-U	B,F,S,E	S-C
La grande musaraigne	C	B,F,S,E	S
Condylure étoilé	C	B,F,S,E	S-C
Lièvre d'Amérique	C	B,F,S,E	S
Lièvre arctique	C-U	B,F	M
Tamia mineur	C	S,E	M
Ecureuil roux	C	S	S
Grand polatouche	C	S	S
Castor	C	B,F,S,E,O	S
Souris sylvestre	C	S,E	M
Campagnol à dos roux de Gapper	C	B,F,S,E	C
Campagnol-lemming de Cooper	C	B,F,S,E	C
Campagnol-lemming boréal	C	B,F,S,E	C
Phénacomys	C	B,F,S,E	M-S
Rat musqué	C	F,S,E,O	S
Campagnol des champs	C	B,F,E	S
Campagnol à joues jaunes	U	B,F,S,E	M-S
Souris sauteuse des champs	C	B,F,S,E	S

TABLEAU 1 (suite)

	Situation	Type(s) d'habitat(s)	Importance de la tourbière pour l'espèce
Souris sauteuse des bois	C	S,E	M
Porc-épic d'Amérique	C	S	M
Chauve-souris			
Chauve-souris brune	C	S,E	M
Chauve-souris cendrée	U	S,E	M
Carnivores			
Coyote	C	S,E	M
Loup	C	B,F,S,E	M
Renard roux	C	S,E	M
Ours noir	C	B,F,S,E	M-S
Raton laveur	C	S,E	S
Martre d'Amérique	C	S,E	S
Pékan	C-U	S,E	S
Hermine	C	S,E	S
Belette pygmée	C	B,F,S,E	M
Vison d'Amérique	C	B,F,S,E	M
Loutre de rivière	C	E,O	M
Lynx	C	S,E	S
Ongulés			
Caribou	C	B,F,S	S-C
Cerf de Virginie	C	F,S,E	M-S
Orignal	C	B,F,S,E	S
Bison	U-E	F,S	S

TABLEAU 2: LES OISEAUX LES PLUS SOUVENT ASSOCIES AUX TOURBIERES CANADIENNES

(Nero, (1963) [41]; James et al, (1976)[42]; Erskine,(1977)[15]; COSEWIC, (1979) [43]; Godfrey, (1979)[36]; Wiken et al,(1981)[10]; Tate et Tate, (1982)[44]).

Légende: voir le Tableau 1

Espèce	Situation	Type(s) d'habitat(s)	Importance de la tourbière pour l'espèce
Huart à collier	U	O	S
Butor d'Amérique	C	F,E	S
Cygne siffleur	E	F,O	C
Bernache du Canada	C	B,F	C
Canard malard/Canard noir	C	B,F	S
Morillon à collier	C	B	S
Bec-scie commun	C	S,O	S
Busard des marais	C-U	F	S
Aigle pêcheur	U	B,O	C
Gerfaut	E	B,F	M-S
Faucon pèlerin	E	B,F	M-S
Tétras des savanes	C	B	C
Gelinotte huppée	C	B,E	S
Gelinotte à queue fine	C	F,E	S-C
Grue blanche d'Amérique	E	F	C
Grue du Canada	U-E	B,F	S-C
Râle jaune	U	F	S
Bécassine ordinaire	C	B,F	S
Courlis esquimeau	E	B,F.E	C
Chevalier solitaire	C	B,F	S
Grand chevalier à pattes jaunes	C	B,F	S
Petit chevalier à pattes jaunes	C	B,F	S
Mouette de Bonaparte	C-U	F	S
Hibou des marais	U	F	S
Pic maculé	C	S,E	S
Pic à dos noir	U	S,E	M-S
Tyran tritri	C	B,F,S	M-S
Moucherolle à ventre jaune	C	B	S
Moucherolle des aulnes	C	B,F	S
Hirondelle bicolore	C	E	S
Geai gris	C	B,S	M-S
Mésange à tête brune	C	B,S,E	S
Troglodyte à bec court	U	F	S
Grive solitaire	C	B	S
Roitelet à couronne rubis	C	B,S	S
Viréo à tête bleue	C	B,S	S
Fauvette obscure	C	B,S	S

TABLEAU 2 (suite)

	Situation	Type(s) d'habitat(s)	Importance de la tourbière pour l'espèce
Fauvette à joues grises	C	S,E	S
Fauvette jaune	C	B,S,E	S
Fauvette à couronne rousse	C	B	S
Fauvette des ruisseaux	C	S,E	S
Fauvette masquée	C	B,F,S	S
Fauvette à calotte noire	C	B,S,E	S
Carouge à épaulettes	C	B,F,S,E	S
Mainate rouilleux	C	B,S	S
Pinson des prés	C	B,F	S
Pinson de Le conte	C	B,F	S
Pinson des marais	C	B,S	S
Pinson chanteur	C	B,S,E	M-S

PROGRAMME D'AMENAGEMENT D'HABITATS SUR DES TERRES HUMIDES AU NOUVEAU-BRUNSWICK PAR CANARDS ILLIMITES

WETLAND HABITAT PROGRAM OF DUCKS UNLIMITED IN NEW BRUNSWICK

R.K. McAloney
Canards Illimités Canada
Amherst, N.-E.

RESUME

Depuis 1967, Canards Illimités, un organisme privé de conservation de la nature, s'occupe d'obtenir et d'aménager des terres humides pour la sauvagine au Nouveau-Brunswick. A la fin de 1981, 40 projets pour l'aménagement d'une superficie totale de 5,163 hectares (12,757 acres) avaient été mis en oeuvre.

Cet exposé va traiter quelques-uns de ces projets, y compris les méthodes utilisées pour leur développement. Nous nous attarderons plus particulièrement à deux d'entre eux, qui font ressortir l'emploi de techniques spécialisées.

ABSTRACT

Ducks Unlimited, a private conservation organization, has been developing and securing wetland habitat for waterfowl in New Brunswick since 1967. As of the end of 1981, 40 projects totalling 5,163 ha. (12,757 acres) have been developed.

The paper discusses a number of these projects and the methods used in their development. Particular reference is made to two current projects where specialized techniques are being used.

INTRODUCTION

Canards Illimités est un organisme privé de conservation qui rassemble des fonds souscrits par des contributions personnelles, ceci afin d'obtenir et de revaloriser des habitats pour la faune. Ceux-ci comprennent principalement des terres humides pour la sauvagine.

Depuis 1967, des travaux ont été effectués sur une variété de types d'habitats au Nouveau-Brunswick, en collaboration avec le Service canadien de la faune, le ministère des Ressources naturelles provincial et de simples particuliers. La sauvagine constitue une ressource internationale; elle se reproduit en grande partie au Canada et hiverne aux Etats-Unis. L'idée originale a été conçue de sorte que la branche américaine de Canards Illimités rassemble les fonds qui sont par la suite dépensés par son homologue canadien. En effet, l'organisme perçoit principalement ses fonds de sources privées, dont près de 95% sont américaines, tandis que les projets sont réalisés sur des terres canadiennes, soit de la couronne ou de particuliers, avec qui l'organisme signe une entente.

Jusqu'ici, nous avons très peu travaillé sur des sols organiques ou dans des régions ayant des dépôts de tourbe exploitables, de sorte que notre travail n'est pas entré en conflit avec l'industrie de la tourbe. Toutefois, suite à une idée émise par Karen Clarke-Whistler, je pense que nous puissions trouver des moyens de collaborer dans l'avenir, afin de récupérer une partie des tourbières, une fois l'exploitation commerciale terminée. Ces terrains peuvent être convertis en habitats intéressants pour la faune, particulièrement pour le rat musqué et la sauvagine.

En ce qui concerne le choix des terrains, notre premier critère est la fertilité. Si nous considérons un canard comme une

récolte, c'est-à-dire un produit de la terre, il est évident que plus le terrain est fertile et propice, meilleures sont nos chances d'atteindre nos objectifs. Un terrain éventuel est d'abord soumis à l'examen d'un biologiste. Celui-ci détermine son potentiel, si endigué, comme habitat adéquat pour le canard, en termes de populations d'invertébrés, de couverture végétale, etc. Par la suite, notre service d'ingénieurs évalue les coûts d'aménagement de ce terrain. Si les chiffres sont compatibles avec les données du biologiste, le projet va de l'avant.

La partie suivante de cet exposé résumera quelques-uns de nos projets en cours. Elle fera surtout état de nos efforts pour enlever une partie des sols organiques rencontrés sur des terrains dans la zone frontière entre la Nouvelle-Ecosse et le Nouveau-Brunswick. A cette fin, le brûlage (par l'entremise d'une étude coopérative),ainsi qu'une méthode mécanique furent employées.

PROJETS ACTUELS

Plusieurs projets sont en cours sur les plaines inondables le long de la rivière St-Jean. Inondées au printemps, ces régions sont principalement sèches plus tard au courant de l'année. Dans de telles situations, notre but est de stabiliser le niveau de l'eau à une profondeur moyenne d'environ 2 pieds (60 cm) après l'inondation. Pour ce faire, nous avons recours à l'installation de structures de contrôle et de digues.

Plusieurs de nos projets à l'intérieur des terres sont localisés sur des prairies à Calamagrostis - Carex, qui ont une couche de sol organique avant l'aménagement. Dans un de ces projets près de Woodstock, un barrage abandonné a été restauré avec l'incorporation d'un passage à poissons. Cette installation inonde environ 283 ha (700 acres) de terrain.

Dans d'autres régions, tels que les bassins de lac, la nappe phréatique est assez élevée avant l'aménagement, et le terrain est surtout recouvert d'eau libre parsemée d'îlots de quenouilles. Dans ces cas, le niveau de l'eau doit d'abord être baissé afin de laisser sécher le sol et permettre à la végétation émergente de se renouveler. Ensuite, le terrain est inondé à nouveau.

Le programme d'aménagement dans les provinces maritimes fut, pour la plus grande partie, initié sur des terres autrefois endiguées, dans la région frontière entre la Nouvelle-Ecosse et le Nouveau-Brunswick. Ce sont les Acadiens, qui dès les années 1700, ont endigué ces terres pour y faire la culture, jusqu'à ce que l'avènement de l'automobile vienne détruire le marché du foin. Quelques-uns de ces terrains sont des propriétés privées, mises à profit par la culture du riz sauvage sur une base commerciale. Cependant, plusieurs de ces terres ont été achetées par les gouvernements provincial ou fédéral.

Afin d'inonder à nouveau ces marais, plusieurs digues sont

construites. Suite à de nombreuses années d'abandon, il y a sur ces terres anciennement cultivées une accumulation de matière organique. Dans certains cas, celle-ci se sépare du sol minéral lorsque le terrain est inondé, formant une épaisse couche flottante sur laquelle poussent des quenouilles. A part quelques étangs libres de végétation, la surface entière est un tapis flottant de quenouilles. Ce tapis isole complètement le sol minéral au-dessous, rendant ce terrain inadéquat comme habitat pour la faune.

Pour surmonter ce problème, deux méthodes ont été mises à l'essai. La première implique l'usage d'une machine spéciale provenant de la Floride, avec laquelle on peut couper un canal à travers le tapis flottant. Dès lors, la végétation aquatique peut se régénérer et la sauvagine peut se poser sur les espaces ouverts. La deuxième méthode favorise la baisse du niveau de l'eau, et le brûlage du tapis de végétation. Ce travail a été réalisé conjointement avec des chercheurs de l'Université du Nouveau-Brunswick.

Quelques marais salés ont été endigués directement en coopération avec le Service canadien de la faune. Ces sites constituent d'excellents lieux de repos pour la sauvagine pendant les périodes migratoires. La salinité y est maintenue aux environs de 8 - 12 parties par mille, comparativement à l'eau de mer, qui atteint 35 parties par mille.

Plusieurs méthodes sont employées pour la construction des digues. Dans les sols organiques mous, des machines à godet (draglines) sont souvent utilisées, alors que sur des sols plus consolidés, le bulldozer à chenilles larges est préférable. Lorsque le sol est extrêmement mou, le travail peut s'effectuer l'hiver, quand la surface est gelée. Pour créer des espaces ouverts, on creuse des canaux d'une largeur de 45 à 60 pieds (level ditching).

A la fin de 1981, environ 40 projets avaient été mis sur pied par Canards Illimités au Nouveau-Brunswick. Quelque 5,163 ha. ont été obtenus et aménagés pour la sauvagine. Nous souhaitons que cette brève présentation vous ait donné une vue d'ensemble de nos objectifs et nos méthodes.

INCIDENCES ENVIRONNEMENTALES EVENTUELLES DE LA MISE EN VALEUR DES TOURBIERES

POTENTIAL ENVIRONNMENTAL IMPACT OF PEATLAND DEVELOPEMENT

J.M. Osborne
Environnement Canada
St.Jean, T.-N.

RESUME

Un grand nombre de nos espèces fauniques habitent les tourbières. Il est possible que l'utilisation à grande échelle des tourbières à des fins agricoles et comme source de combustible ait des effets graves sur ces espèces. On en connait mal les répercussions sur le cycle hydrologique et la qualité de l'eau, d'où la nécessité de recherches. Environnement Canada, Région de l'Atlantique, a préparé une série de lignes directrices destinées à aider les promoteurs à évaluer les incidences environnementales.

Nous surveillons actuellement le déroulement d'un projet pilote dans la partie centrale de Terre-Neuve pour en évaluer les effets environnementaux. Les données préliminaires sur la qualité de l'eau sont présentées pour indiquer l'effet des eaux de drainage d'une tourbière sur un petit cours d'eau.

ABSTRACT

Peatland provides a habitat for a large number of our wildlife species. It is possible that large scale utilization of peatland for both agricultural purposes and as a fuel source may seriously affect these species. The hydrological and water quality effects are not well known and require investigation. Environment Canada Atlantic Region has prepared a set of assessment guidelines to assist proponents in assessing environmental impact.

A pilot project in Central Newfoundland is being monitored to assess the environmental effects of the project. Preliminary water quality data is presented to indicate the effect of bog drainage water on a small stream.

INTRODUCTION

Le Canada vient au second rang après la Russie en fait de réserves de tourbe, avec un peu plus de trente pourcent des réserves mondiales. On qualifiait traditionnellement ce terrain d'inutile et son potentiel a été en grande partie ignoré. Ce n'est que récemment que l'on s'intéresse aux différentes façons d'utiliser ces vastes réserves de matière organique. Notre besoin énergétique futur attire notre attention aux importants dépôts de tourbe de ce pays. Plusieurs pays européens ont déjà recours à leurs dépôts de tourbe pour satisfaire à leurs besoins énergétiques.

Au Canada, les tourbières sont relativement peu exploitées comparativement au développement des sols minéraux. Certaines personnes conçoivent nos tourbières et nos fens comme des terrains inutiles, mais tel n'est pas le cas. On ne commence qu'à reconnaître le potentiel des tourbières canadiennes. L'exploitation de cette ressource, tant pour la culture des terres que pour l'extraction de la tourbe, pourrait avoir des conséquences sérieuses sur l'écologie d'une région et même du pays.

En 1979, le Service de la protection de l'environnement à St.Jean a commencé à se préoccuper des conséquences aquatiques éventuelles de l'eau de drainage des tourbières, qui se déverse dans les cours d'eau en aval. En mars 1980, on organisa un atelier afin de discuter des utilisations des tourbières et des

conséquences environnementales éventuelles. On a compilé les résultats de l'atelier dans le rapport intitulé "Lignes directrices générales sur l'évaluation du développement des tourbières" (Appendice A).

En 1980, la Memorial University, Lundrigans Ltd. et Nova Corp., près de Bishop's Falls au centre de Terre-Neuve, ont mis sur pied un projet de démonstration de la tourbe comme source énergétique. Le ministère des Mines et de l'Energie de Terre-Neuve a fourni les fonds pour l'étude environnementale du site. C'est un projet de trois ans qui devrait être complété en 1982.

Les "tourbières" au sens général, se réfèrent aux tourbières ombotrophes (bogs) et aux fens. La tourbe extraite de ces sites a plusieurs usages industriels, mais elle est surtout utilisée à des fins énergétiques, agricoles et horticoles. Les habitats des tourbières, même si on ne comprend pas encore toute leur importance écologique, ont un équilibre qui peut être affecté par des activités humaines.

On connaît peu, également, les conséquences environnementales à long terme d'un drainage à grande échelle sur les bassins hydrographiques des tourbières. On doit donc étudier tous les effets du drainage, car il affecte au tant la tourbière que son environnement immédiat.

EFFETS EVENTUELS

Si on désire déterminer les effets éventuels du développement des tourbières, on doit premièrement déterminer l'envergure du développement. On attribue peut-être peu ou pas d'effet sur l'environnement immédiat à un petit développement de quelques cents hectares de tourbières, mais quels seront les effets de 50 ou plus de ces développements sur une région? Sur une échelle nationale, pensez à combien de terres humides peuvent être développées avant que l'on se rende compte que l'écologie du pays est touchée. Considérez à présent les rôles actuels des terres humides canadiennes.

Ces terres humides procurent à la fois un habitat, une source de nourriture et un site idéal à la nidification de nombreuses espèces de notre faune. Une réduction majeure de nos terres humides dans les 50 à 100 prochaines années pourrait avoir un impact très important sur la faune. La majorité des projets entrepris sur les tourbières étant relativement de petite envergure, il est possible que l'on attache peu d'importance à l'impact de la diminution des habitats sur la faune. On devrait protéger les régions importantes pour la survie de la faune et y restreindre les développements; les autres régions devraient être étudiées afin de déterminer les effets sur les populations fauniques.

Les tourbières servent également de réservoir d'eau et de système

de filtration. Le drainage des tourbières aura pour effet d'abaisser la nappe phréatique de la tourbière. Nous ne savons pas encore à quel point la nappe phréatique de la région environnante est touchée. Il est possible que l'abaissement de la nappe phréatique de la tourbière résulte en un abaissement semblable de celle du sol minéral environnant, réduisant ainsi la survie des arbres. Il peut aussi y avoir un effet sur les puits en surface de la région.

L'eau de drainage de la tourbière est acide et peut occasionner des changements de la qualité des eaux en aval, affectant ainsi les poissons et les invertébrés dans les ruisseaux ou encore réduire le potentiel des utilisations futures de ces cours d'eau.

On trouve les réponses à quelques-uns de ces problèmes potentiels dans le cadre du travail présentement en cours au High Point Bog Fuel Peat Pilot Project près de Bishop's Falls à Terre-Neuve.

L'utilisation de la tourbe comme combustible comporte quelques autres problèmes qui devront être étudiés au cours des prochaines années et ce, au-delà de l'étape de l'extraction. Ces problèmes possibles sont associés à la combustion de la tourbe. Nous devons tenir compte de la retombé des cendres volatiles dans la région, de la libération de métaux lourds des composés organométalliques de la tourbe et du dépôt de cendre résiduelle. Ces problèmes ressemblent à ceux associés à la combustion du charbon.

PROJET PILOTE DE HIGH POINT BOG

L'étude environnementale est menée par les agences fédérales et provinciales et est coordonnée par la Memorial University. Le site est situé près de Bishop's Falls au centre de Terre-Neuve. La tourbière comprend environ 60 hectares (Figure 1), dont 52 hectares ont été drainés. On exploite activement environ 15 hectares.

Le programme d'étude de l'environnement assure un suivi et comprend:

1. Une station météorologique - dirigée par le Service de l'environnement atmosphérique et comprend l'étude des vents, de la température et des précipitations.
2. Hydrologie - dirigée par le Ministère de l'environnement de Terre-Neuve, et comprend des barrages aux stations A et B et une série de piézomètres.
3. Observation de la faune - dirigée par le ministère de la Faune de Terre-Neuve (Department of Wildlife).
4. Qualité de l'eau - dirigée par le Service de la protection de l'environnement, avec l'étude quotidienne du pH, oxygène dissout, température, alcalinité et étude hebdomadaire de la turbidité, solides en suspension, nitrates, nitrites, carbone organique total et une série de métaux lourds.
5. Emissions - dirigée par le ministère de l'Environnement, qui fait une étude suivie de l'émission des particules à

proximité des sites où les tests de combustion ont lieu.

Les figures 2 à 15 de l'appendice B démontrent les données obtenues au cours de la première année d'échantillonnage. Il est intéressant de noter que tous les métaux se situent près de la limite de détection, à l'exception du fer. Il semblerait que le lessivage des métaux lourds ne représente pas de problème. Il semblerait également que la différence entre la station A, en amont de tout drainage, et la station C, 2 km en aval de l'influx de l'eau de drainage des tourbière, est insignifiante. Je dois mentionner que ce ne sont que des résultats préliminaires et qu'ils ne reflètent pas nécessairement une idée générale exacte. A ce moment, nous n'avons pas de données sur le volume d'eau de drainage qui se déverse dans le ruisseau par rapport au volume du ruisseau. Cette information est nécessaire à la bonne interprétation des données de la qualité d'eau.

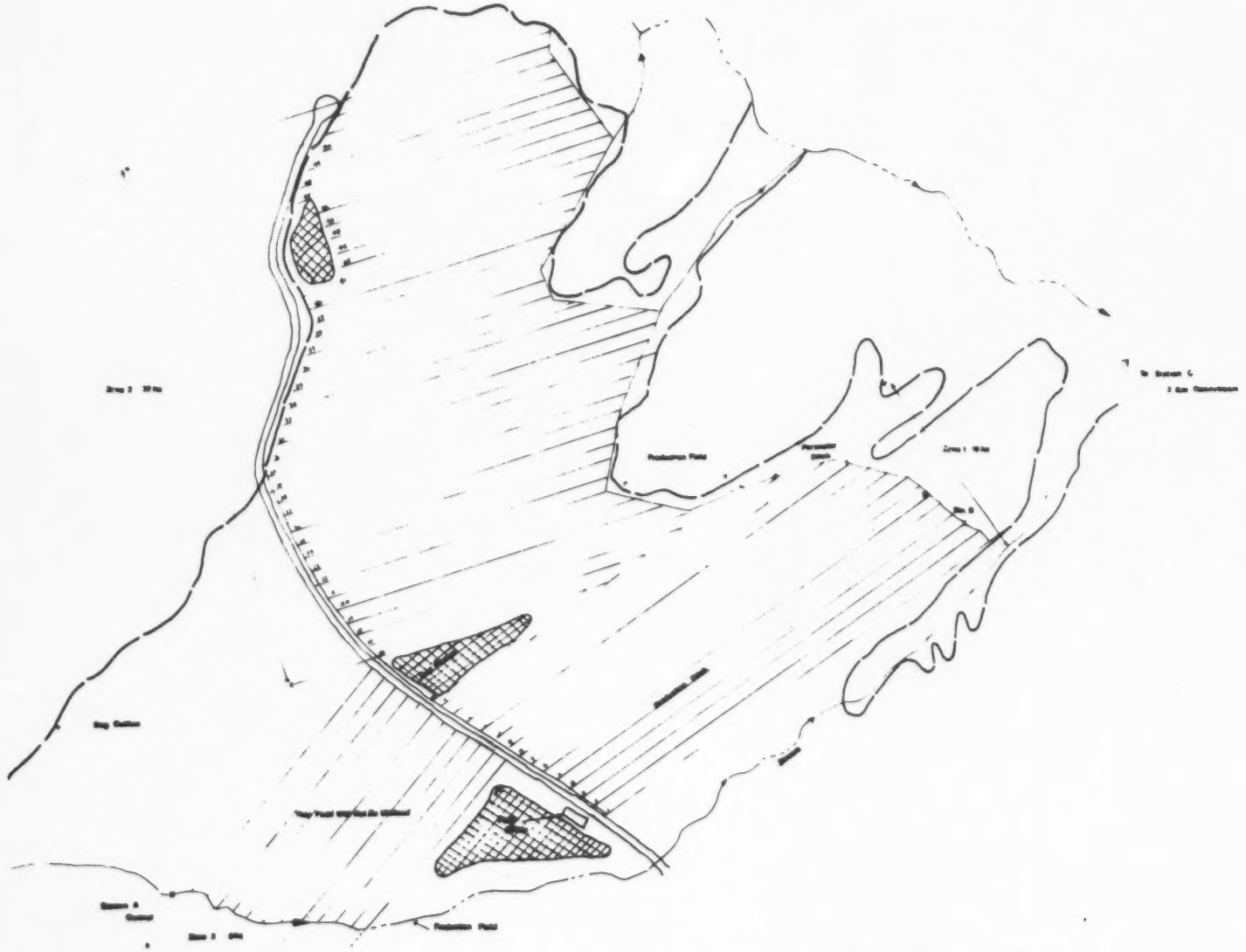


FIGURE 1 TOURBIERE HIGH POINT, BISHOP'S FALLS, TERRE-NEUVE.

APPENDICE A

LIGNES DIRECTRICES GENERALES D'EVALUATION RELATIVES AU DEVELOPPEMENT DES TOURBIERES

INTRODUCTION

Afin de pouvoir discuter des lignes directrices d'évaluation relatives au développement des tourbières, il nous faudrait premièrement définir notre sujet.

L'American Society for Testing and Materials (A.S.T.M.) définit le terme "tourbe" comme étant:

"1) une masse fibreuse de matière organique à différentes étapes de décomposition, généralement de couleur noire ou brune foncée et de consistance spongieuse;

2) un sédiment non-consolidé, hydrophile et carboné formé par l'accumulation de restes de plantes communément hétérogènes, plus ou moins modifiées et partiellement fragmentées et décomposées, qui retient plus de 75% d'humidité et moins de 12% de matière minérale dans des dépôts naturels saturés."

Les dépôts de tourbe se composent principalement de résidus organiques immergés provenant de la putréfaction de matières organiques. Les propriétés physiques et chimiques de la tourbe varient selon la décomposition ou l'humification de la matière végétale, ce qui divise la tourbe en deux types:

1) la tourbe de mousse caractérisée par une matière végétale non-humifiée de couleur pâle, à faible densité apparente et à grande capacité d'absorption aqueuse, et;

2) la tourbe combustible, caractérisée par un degré élevé d'humification, de couleur foncée, à grande densité apparente et à faible capacité d'absorption aqueuse.

Le terme "tourbière" est général et se réfère aux tourbières ombrotrophes (bogs) et aux fens. La tourbe que l'on retrouve dans nos régions a de nombreux usages industriels, dont les plus importants sont reliés à l'agriculture, à l'horticulture et à l'énergie. Même si on ne connaît pas entièrement l'importance écologique des habitats des tourbières, on peut affirmer qu'ils ont un équilibre très délicat, facilement affecté négativement par les activités humaines. (Ces différents usages ont chacun leurs implications environnementales).

L'évaluation de la quantité totale de tourbe dans ce pays varie d'un individu à un autre; les chiffres actuels varient de 5.6 millions d'hectares à 170 millions d'hectares (Zoltai 1979). On évalue cette ressource comme étant l'équivalent énergétique de 500 trillions de pieds cubes de gaz naturel, ou en terme de consommation de charbon, à l'équivalent d'un approvisionnement de 1,000 années, au rythme de notre consommation actuelle.

Le Canada vient en second lieu après la Russie, avec une réserve d'un peu plus de trente pour cent de la réserve mondiale. On a toujours considéré les tourbières comme des terrains inutiles et, leur potentiel a été grandement négligé. Ce n'est que tout récemment que l'on s'intéresse aux différentes façons d'utiliser ces vastes réserves de matière organique. Notre besoin éventuel d'une source d'énergie économique et sécuritaire pour l'environnement porte notre attention aux importants dépôts de tourbe de ce pays. De nombreux pays européens ont déjà commencé à utiliser leurs dépôts de tourbe afin de répondre à leur besoin énergétique.

On connaît très peu les implications environnementales à long terme d'un drainage accru sur les bassins hydrologiques des tourbières. Un besoin existe d'étudier les effets du drainage, car il affecte non seulement la tourbière mais son environnement immédiat ainsi que les cours d'eau en aval. Présentement, il n'existe aucune ligne directrice qui s'applique à l'exploitation de cette ressource.

L'évaluation environnementale est en fait l'analyse détaillée des problèmes environnementaux reliés aux activités planifiées (i.e. extraction de la tourbe ou horticulture). La logique du processus d'évaluation est d'identifier les impacts environnementaux négatifs possibles avant qu'il y ait développement. Ces lignes directrices donnent au promoteur une liste de préoccupations, de façon à assurer que le futur responsable du développement soit bien informé et que son projet soit acceptable au point de vue environnemental.

Si on ne relève aucun aspect négatif au projet, les travaux peuvent commencer. Si toutefois il en existe, une série de moyens visant à les minimiser ou les enrayer devra être mis à l'exécution. Tous les impacts secondaires doivent être identifiés et évalués.

Les lignes directrices suivantes ne sont qu'en fait un outil de travail pour le promoteur et les agences gouvernementales. Leur intention n'est pas de remplacer toute autre ligne directrice que les agences provinciales ou fédérales peuvent juger nécessaire en certaines circonstances.

Il est très important que le promoteur s'assure que son projet rencontre les lois municipales, provinciales et fédérale.

DONNEES DE BASE

IDENTIFICATION DU PROMOTEUR

Le promoteur devrait être identifié afin que l'on connaisse le responsable du projet. Si une étude des impacts environnementaux s'avère nécessaire, on devrait en préciser le mandat afin de permettre une révision et une meilleure direction. L'évaluateur ainsi que les agences délivrant les permis devraient également être identifiés.

IMPLANTATION DU PROJET

On devrait spécifier les coordonnées du développement proposé ainsi que l'échéancier avancé pour le développement. Afin d'évaluer tout risque environnemental, on devrait fournir la liste des sites alternatifs, des techniques qui seront utilisées qu'elles aient été acceptées ou non. Une analyse des coûts de rendement devrait être faite pour les développements à grande échelle. Le promoteur devrait expliquer à quelle fin la tourbe sera utilisée.

Certaines tourbières représentent une superficie biogéographique unique et ne devraient pas être développées. On suggère une consultation avec le Service Canadien de Foresterie (Canadian Forestry Service.)

DETAILS DE LA PRESENTATION

TRACE

Le développement proposé devrait être clairement illustré sur une carte topographique à une échelle appropriée (i.e. 1:50,000).

DETAILS DU DEVELOPPEMENT

Le promoteur devrait décrire ou fournir:

a) le devis descriptif et la durée du projet;

b) l'échelle du développement en mètres cubes de tourbe récoltée, ou la superficie du terrain à être cultivée ou récupérée;

c) les techniques de culture et systèmes de drainage (naturel et système de drainage à être aménagé);

d) les mesures pour contrôler l'érosion;

e) les données hydrologiques pour le site proposé;

f) les données sur la réserve de tourbe (m^3) et la teneur en humidité approximative de la tourbe extraite;

g) le devis descriptif des ponceaux qui enjambent les cours d'eau;

h) les détails de préparation du site ainsi que les plans pour l'utilisation ou le rejet de la végétation de surface;

i) les moyens utilisés pour le transport et l'entreposage des essences, huiles et autres produits chimiques toxiques;

j) l'évaluation de la circulation routière ainsi que les types de véhicules utilisés sur toutes les routes d'accès;

k) les plans en prévision d'un abandon éventuel, comprenant méthodes de revégétation de sites abandonnés; un fonds à cet effet peut s'avérer nécessaire si le développement est de grande envergure;

l) le plan et le placement des vannes de contrôle du débit d'eau à la confluence des fossés principaux et des cours d'eau naturels;

m) l'équipement sur le site pour combattre les incendies;

n) une copie du certificat de location ou de propriété du promoteur;

o) l'accessibilité et les routes d'accès proposées à la propriété;

p) les plans pour l'enlèvement des déchets solides, égoûts, huiles lubrifiantes, essences, herbicides et tout autre produit contaminant utilisé ou produit pendant la construction ou l'opération;

q) la profondeur et le plan des fossés de drainage principaux et des fossés périmétriques;

r) détails et plans des étangs de sédimentation, des bassins de retention, ainsi que tout autre structure contrôlant l'envasement.

DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT EXISTANT

Le promoteur devrait décrire l'environnement existant tel qu'indiqué dans les sections suivantes:

FACTEUR CLIMATIQUE

Ce critère est très important dans la sélection de l'emplacement d'un projet de développement d'une tourbière. La température est un facteur déterminant de la réussite ou de la faillite du projet et ce, qu'importe la nature de l'activité. Les techniques d'extraction de la tourbe combustible ou horticole, par exemple, nécessitent des périodes ensoleillées et des faibles vents pour le séchage.

Le promoteur doit donc indiquer les données climatiques selon les unités correspondantes:

a) la direction du vent, fréquence et vitesse moyenne par direction pour chaque mois; bourrasque maximum et direction;

b) le nombre d'heures d'ensoleillement par mois;

c) la moyenne des températures maximales et minimales quotidiennes pour chaque mois et la moyenne du mois;

d) la saison où les tourbières ne sont pas exposées à la gelée et la saison où le sol gèle;

e) la période de croissance (longueur et jours degrés)

f) le nombre de jours brumeux par mois.

g) le début et la fin de la période où il neige;

h) la quantité de précipitation par mois.

i) la fréquence de périodes prolongées chaudes et sèches;

j) l'humidité:

FACTEUR TERRESTRE

Le promoteur devrait décrire:

a) la nature biophysique de la tourbière i.e. s'il s'agit d'une tourbière ombrotrophe ou d'un fen, la géologie souterraine, la topographie et l'accessibilité;

b) la structure de la communauté végétale i.e. type de végétation, distribution et abondance; certaines tourbières dans la Province représentent des régions écologiques uniques et ne devraient pas être développées;

c) les types de la faune et de l'avifaune, distribution et abondance. Une grande variété de mammifères et d'oiseaux ont besoin des habitats des tourbières pour se nourrir et

se reproduire. Les espèces rares et en voie d'extinction pourraient être menacées par la perte de leur habitat. Les routes migratoires de l'orignal et du caribou traversent souvent des grandes étendues de tourbières. On devrait également éviter de développer ces régions;

d) l'importance de ces régions au point de vue esthétique et récréatif aux communautés locales.

FACTEUR AQUATIQUE

I HYDROLOGIE

a) les données hydrologiques telles les régions hydrographiques des tourbières, vitesse d'influx, de débit et leur période de rétention, caractéristiques de la profondeur de la nappe phréatique, flux maximum, variation saisonnnière du débit;

b) pentes et système de drainage naturel;

c) usage en aval de l'eau de suraface et souterraine - le développement des tourbières modifiera la nappe phréatique et son bassin hydrographique.

II ECOLOGIE

Les tourbières ombrotrophes et les fens représentent un lieu de repos et une source de nourriture très importants à une grande variété de mammifères et d'oiseaux. Le promoteur doit donc tenir compte de:

a) les types, l'abondance et la distribution saisonnière de tous les poissons, mammifères aquatiques et oiseaux aquatiques que l'on retrouve à l'endroit à développer et dans les régions en aval ainsi que leurs habitudes de reproduction, leurs besoins en nourriture et leur habitat préféré;

b) la composition chimique de l'eau de surface de la tourbière. Les modifications physiques causées par le développement des tourbières peut résulter en l'augmentation de la turbidité, acidité ou tout autre changement aux habitats en aval.

Une étude suivie devrait être faite des paramètres chimiques de l'eau tel le pH, les solides en suspension, le carbone organique total, l'oxygène dissout, la turbidité, la conductivité, les métaux lourds, les nitrates et les acides humiques.

La pollution de l'air contribue à la concentration des particules de métaux lourds dans la tourbe. A la longue,

différents facteurs font qu'ils sont relâchés à nouveau; il est donc important de connaitre la concentration actuelle des métaux lourds suivants: fer (Fe), manganèse (Mn), zinc (Zn), cuivre (Cu), plomb (Pb), chrome (Cr), nickel (Ni) cadmium (Cd) et mercure (Hg),

c) il est également nécessaire d'analyser l'eau de puits, l'eau souterraine et l'eau de surface en aval de l'écoulement pour les paramètres chimiques de l'eau mentionnés ci-dessus.

SOCIO-ECONOMIQUE

Le promoteur doit:

a) mentionner les avantages économiques et sociaux que représentent les tourbières pour les communautés locales. Certaines tourbières sont des terrains de chasse et de pêche et représentent une source de revenu-vente des baies qui poussent sur les tourbières ombrotrophes et les fens;

b) identifier le propriétaire du terrain en question;

c) expliquer l'importance du site au point de vue historique, archéologique, paysage et récréatif.

IMPACT ENVIRONNEMENTAL ET DIMINUTION DES EFFETS

Le promoteur doit décrire les impacts environnementaux prévus ci-dessous ainsi que les mesures visant à les diminuer:

FACTEUR CLIMATIQUE

a) les mesures visant à réduire la poussière de tourbe lors de la coupe et de l'extraction, l'empilage du matériau sur le site et le transport de la tourbe en vrac jusqu'au consommateur;

b) les mesures visant à protéger les employés de toute maladie relative à la poussière de tourbe;

c) la composition d'émissions atmosphériques (sous-produits) provenant de la combustion de tourbe;

d) le volume prévu d'émissions relatif au volume extrait et consommé;

e) l'emplacement de la source d'émission;

f) par le procédé d'évaporation, les tourbières sont une source importante d'humidité atmosphérique. Le promoteur doit donc évaluer l'envergure de son développement afin de prévoir si des changements aux paramètres météorologiques

pourraient avoir lieu (l'état nuageux, précipitation, albédo, température etc.) et influencer les stations régionales où l'on recueille des données.

FACTEUR TERRESTRE

a) On doit évaluer les impacts environnementaux possibles sur la végétation terrestre suite au développement proposé.

Des impacts négatifs peuvent découler de:

1) la construction de routes;

2) l'abaissement de la nappe phréatique dû au drainage des tourbières;

3) l'extraction de la tourbe (dû à la dispersion par le vent des particules de poussière); et

4) l'augmentation de la circulation routière.

Les procédures visant à mitiger ces impacts devraient être présentées.

b) On doit également étudier les impacts environnementaux du développement des tourbières sur la faune et l'avifaune. Les facteurs suivants doivent également être étudiés: source de nourriture, exigences en fait d'habitats et habitudes migratoires.

AQUATIQUE

I HYDROLOGIE

Les tourbières sont en fait de vastes réservoirs hydrologiques où s'accumule l'eau et qui, à leur état non troublé, peuvent ralentir temporairement l'écoulement d'eau i.e. averses de pluie, tempêtes. Un développement à grande échelle modifiera certainement les caractéristiques hydrologiques d'une tourbière ou d'un fen. Le promoteur doit donc expliquer en détail les changements hydrologiques prévus à l'eau souterraine, au débit de l'eau de surface, aux fluctuations de la nappe phréatique, aux systèmes de drainage et aux débits d'eau maximal et minimal.

II ECOLOGIE

L'équilibre écologique des écosystèmes des tourbières peut être affecté par les changements hydrologiques qui sont dûs au développement des tourbières.

Un abaissement du niveau de la nappe phréatique créera un habitat plus sec résultant en un changement de végétation; augmentation de plantes terrestres et diminution de plantes aquatiques. Ceci

affectera à son tour la source de nourriture des mammifères aquatiques et des oiseaux aquatiques. Lorsque le développement d'une tourbière affecte un ruisseau, une rivière, un étang ou une tourbière ombrotrophe adjacente, le promoteur doit décrire:

1) l'impact prévu des effluents de drainage sur les usages résidentiels et commerciaux en aval;

2) l'impact prévu des effluents de drainage sur la pêche sportive et l'aspect esthétique du paysage en aval;

3) un programme d'échantillonnage pour étudier la qualité de l'eau des décharges du drainage;

4) les mesures utilisées pour s'assurer qu'il n'y a pas de débris provenant du site empêchant ainsi le passage des poissons dans les cours d'eau;

5) les procédures employées pour minimiser l'érosion des rives des ruisseaux et l'envasement résultant de l'augmentation du débit d'eau;

6) les méthodes employées pour relocaliser l'évacuation de drainage afin de ne pas affecter le lieu de frayage;

7) les moyens utilisés pour réduire l'agitation du lit du ruisseau par la machinerie lourde.

SOCIO ECONOMIQUE

On devrait discuter des effets temporaires et permanents de l'utilisation des terrains et des implications sur les régions sauvages, commerciales, réservées à certains usages spéciaux. On devrait également décrire les moyens utilisés pour protéger ces régions.

L'avantage économique que représente ce développement à une région devrait être démontré.

CONTINGENCES ET MESURES REPARATRICES

Le promoteur doit décrire:

a) les méthodes utilisées pour prévenir les incendies sur le site. Le promoteur devrait être au courant que la tourbe sèche (moins de 60% d'humidité) est reconnue pour sa combustion spontanée lorsqu'elle est mise en meule;

b) les moyens employés pour enseigner au personnel de construction et d'opération le code de bonne procédure relatif à l'environnement;

c) les plans pour contrôler le débit d'eau sur le site et la

responsabilité du promoteur pour toute conséquence environnementale négative telle l'inondation ou incendie;

d) les plans détaillés dans l'éventualité de l'abandon du site en développement. Les tourbières exploitées et abandonnées apportent des problèmes environnementaux et ne sont pas esthétiques. Toutefois, une bonne planification de ces sites verra à ce qu'ils soient utilisés à de bonnes fins.

En voici quelques exemples:

1) les usages agricoles, tels pâturage, culture de légumes;

2) les usages forestiers; les sites récupérés peuvent être reboisés ou servir à la production de jeunes plants;

3) l'habitat pour la faune; on peut construire un barrage et inonder la région, ce qui procure un nouvel habitat aux oiseaux et aux mammifères aquatiques.

On envisage l'abandon des tourbières par étape lorsque l'exploitation n'est plus rentable. La récupération par étape des tourbières permet ainsi une étude suivie des techniques de récupération, et avec le temps, une bonne réclamation du site est assurée.

APPENDICE B

QUALITE DE L'EAU

TOURBIERE HIGH POINT - 1980

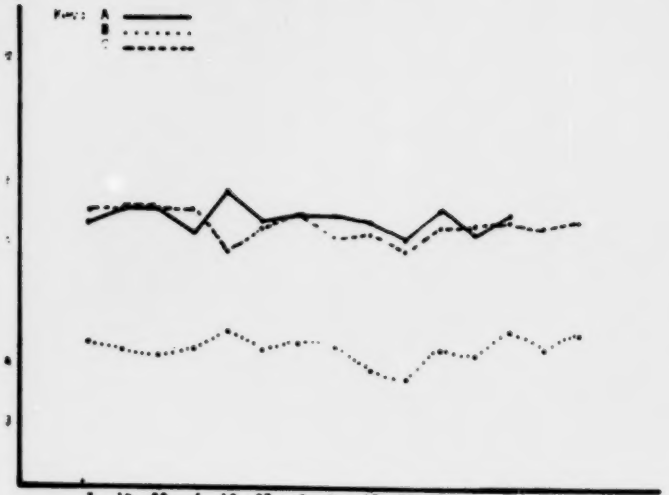


Fig. 2 pH - HIGH POINT BOG 1980

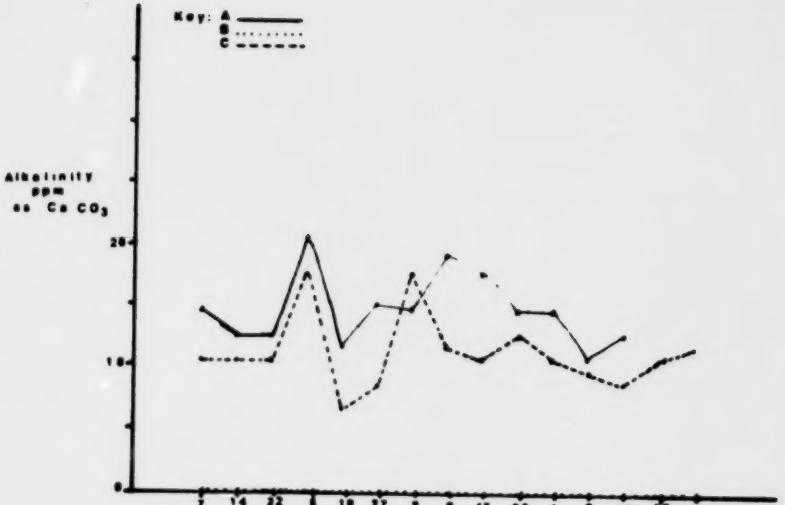


Fig 3 ALKALINITY - HIGH POINT BOG 1980

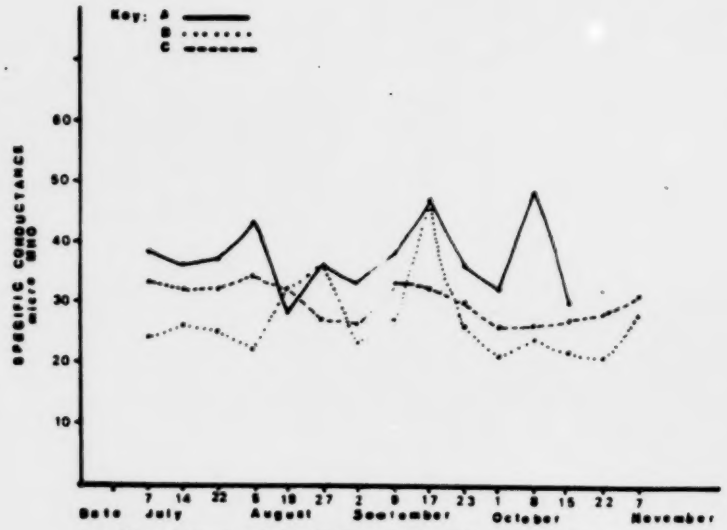


Fig 4 SPECIFIC CONDUCTANCE - HIGH POINT BOG 1980

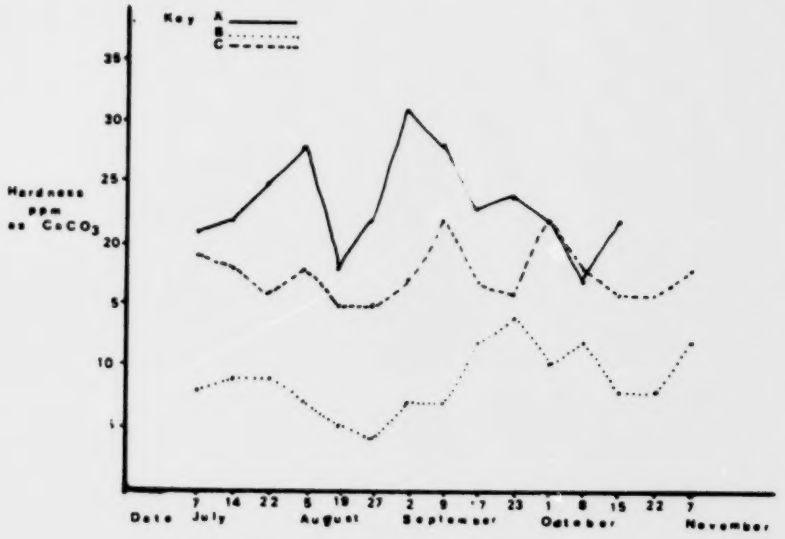


Fig 5 HARDNESS HIGH POINT BOG 1980

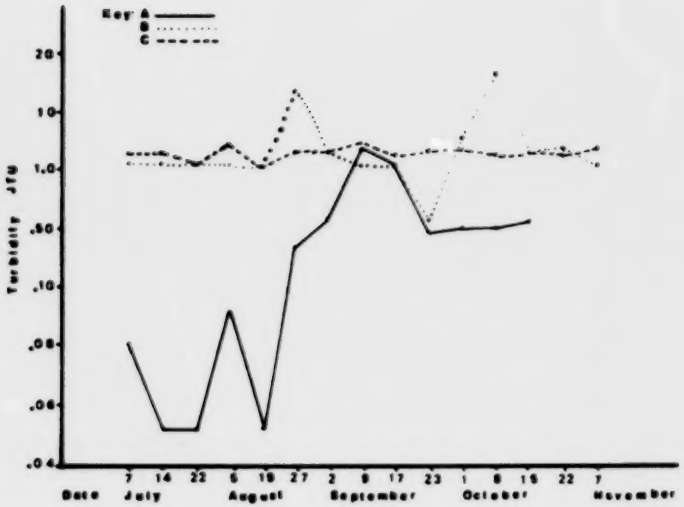


Fig 6 TURBIDITY - High Point Bog 1980

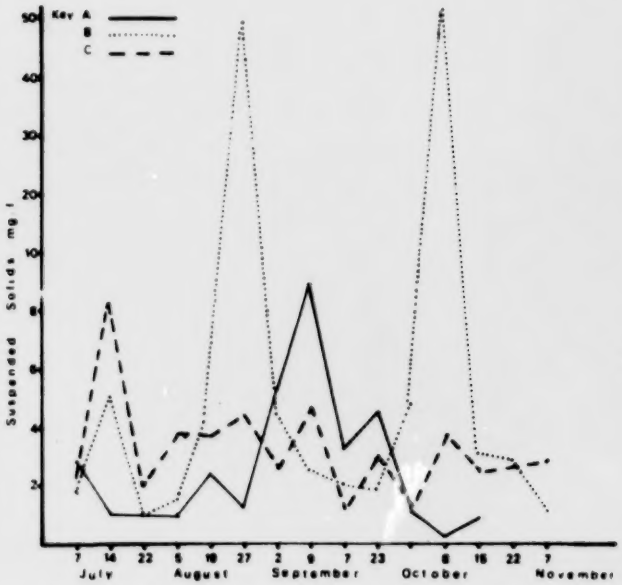


Fig 7 Suspended Solids High Point Bog 1980

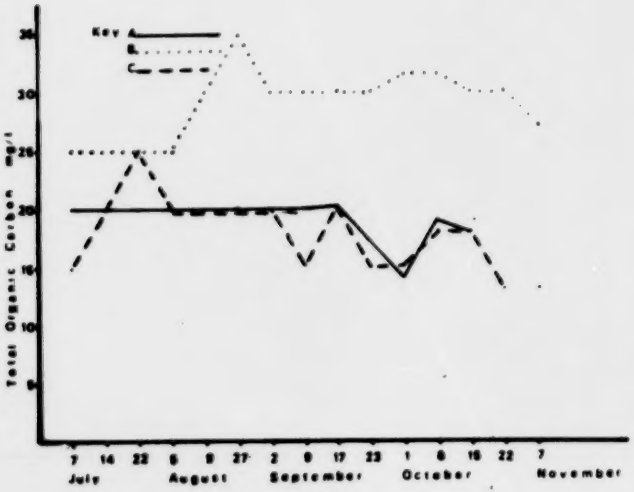


Fig 8 Total Organic Carbon - High Point Bog 1980

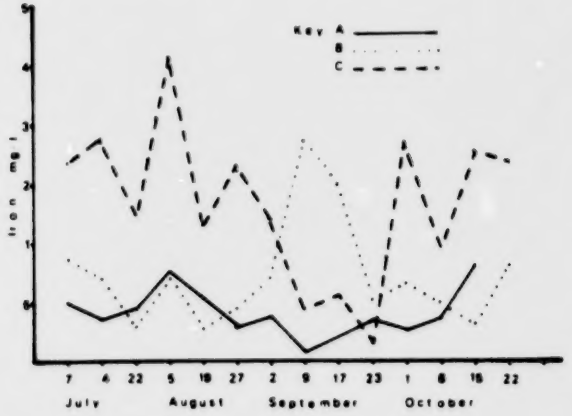


Fig 9 Iron High Point Bog 1980

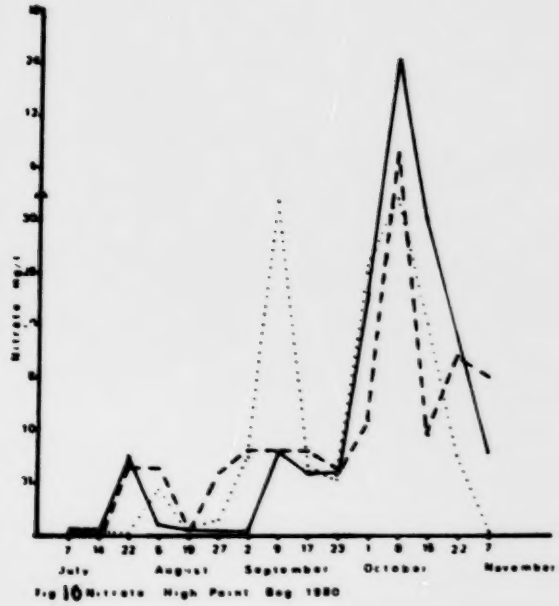


Fig 10 Nitrate High Point Bog 1980

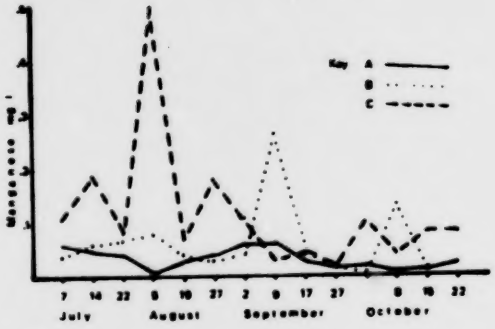


Fig 11 Manganese High Point Bog 1980

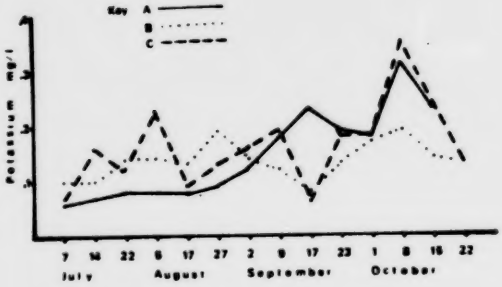


Fig 12 Potassium High Point Bog 1980

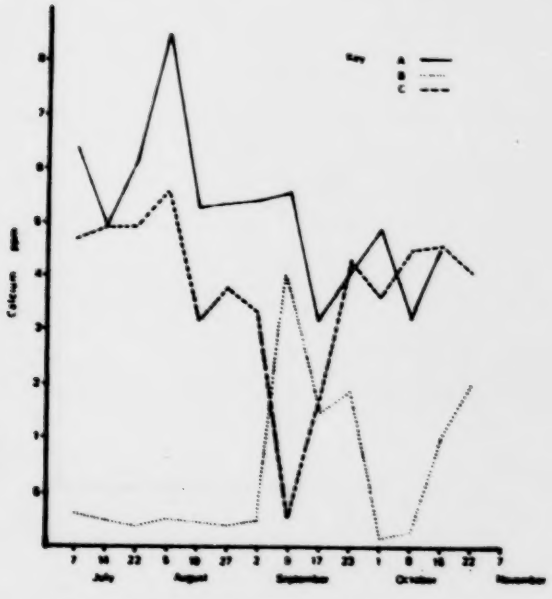


Fig 13 Calcium High Point Bog 1980

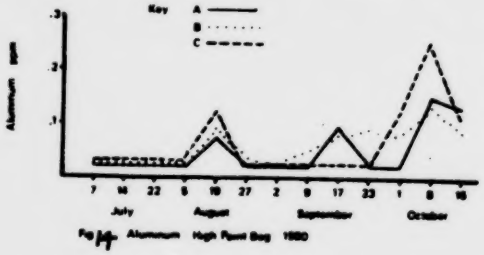


Fig 14 Aluminium High Point Bog 1980

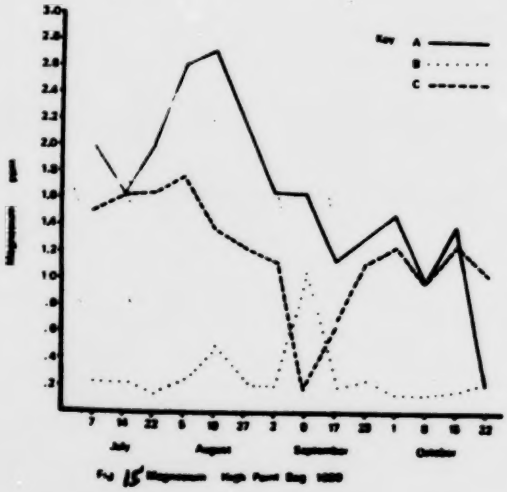


Fig 15 Magnesium High Point Bog 1980

SESSION 4

RESSOURCES DE TOURBE

L'INVENTAIRE, LA GESTION ET LA MISE EN VALEUR DES RESSOURCES DE TOURBE AU NOUVEAU-BRUNSWICK

NEW BRUNSWICK PEAT-RESOURCES, MANAGEMENT, AND DEVELOPMENT POTENTIAL

D. Keys, D.E. Gemmell, et R.E. Henderson
Ministère des Ressources naturelles
Fredericton, N.-B.
Canada

RESUME

Au Nouveau-Brunswick, la tourbe est classée parmi les matières extractibles et la propriété en revient au propriétaire foncier. Plus de 65% des tourbières sont situées sur des terres de la Couronne et sont gérées par le ministère des Ressources naturelles.

En vue d'encourager la mise en valeur de cette ressource dans le cadre de leur gestion à long terme, le ministère a procédé à une évaluation importante des tourbières de la province. Plus de 20,000 sites furent échantillonnés afin de déterminer la profondeur et la qualité de la tourbe. Cet inventaire a inclus au-delà de 120,000 hectares (ha) de tourbières parmi les 140,000 estimés dans la province. Les recherches ont révélé la présence de quelque 67,800 ha considérés comme exploitables, c'est à-dire, ayant une profondeur supérieure à un mètre. Cela représente un volume de plus de 2 milliards de mètres cubes. Les données acquises par l'inventaire permettent aux exploitants éventuels d'évaluer et de choisir des gisements où la qualité et les quantités de tourbe sont adéquates.

Cet exposé examine également les utilisations potentielles de cette resource dans diverses régions de la province. La tourbe de sphaigne de qualité supérieure que l'on retrouve dans l'est du Nouveau-Brunswick revêt un grand intérêt pour l'industrie horticole. On y rencontre également de la tourbe propre à la fabrication de produits industriels, tels les charges de carbone. De nombreux gisements, notamment dans la partie ouest de la province, renferment de la tourbe pouvant servir de combustible. L'exposé examine les possibilités commerciales de divers produits et les stimulants offerts aux exploitants. On se penche aussi sur le potentiel qu'à cette resssource de se prêter à des utilisations agricoles, forestières et récréatives/écologiques.

ABSTRACT

Peat is classed as a quarriable substance in New Brunswick and ownership is vested in the owner of the land. Over 65% of the

peatlands are on Crown lands and are managed by the Department of Natural Resources.

To encourage development of the resource, within the context of long term resource management, the Department has carried out a comprehensive evaluation of the peatlands in the Province. At over 20,000 sites the depth and quality of the peat was investigated. Over 132,00 of the estimated 140,000 hectares of peatland were included in the inventory. Some 67,800 hectares were found to have peat depths in excess of 1 m and are considered potentially mineable. They comprise a volume of over 2 billion cubic metres. The information compiled by the inventory allows potential developers to evaluate and select deposits with the required quantities and qualities of peat.

The paper discusses potential utilization of the resource in various regions of the province. The high quality sphagnum peat found in eastern New Brunswick is attractive for horticultural peat purposes. Peat suitable for the manufacture of industrial products such as carbon fillers is available. Numerous deposits, particularly in the western part of the Province, have fuel grade peat. Market potential of various products and development incentives available to developers are reviewed. Suitability of the resource for agricultural, forestry, conservation and recreational uses are also discussed.

INTRODUCTION

Au Nouveau-Brunswick, la tourbe est classée parmi les matières extractibles. La propriété en revient au propriétaire du terrain sur lequel la tourbière est située. Plus de 65% des gisements de tourbe de la province se trouvent sur des terres de la Couronne et sont gérées par le ministère des Ressources naturelles. Pour faciliter la gestion de cette ressource, ce dernier en a entreprit l'inventaire, conjointement avec le ministère de l'Expansion industrielle régionale.

Cet exposé examine les options relatives à la gestion de la ressource, à la lumière des types et des qualités de tourbe identifiés lors de l'inventaire. Les utilisations actuelles sont

passées en revue, leur potentiel d'expansion, ainsi que le développement d'autres possibilités sont traités de façon sommaire.

LA RESSOURCE

Les exigences à long terme de l'industrie de la tourbe horticole, ainsi que les possibilités énergétiques de la tourbe ont motivé la mise sur pied du programme d'inventaire. Des 140,000 ha de tourbières au Nouveau-Brunswick, 132,000 ha furent inclus dans cette étude. Les tourbières ayant moins de 25 ha et celles situées dans les parcs nationaux et les bases militaires en furent exclues. Entre 1975 et 1982, on échantillonna plus de 200,000 sites. A chacun d'entre eux, la profondeur de la tourbe, la composition botanique, le degré de décomposition, ainsi que plusieurs autres facteurs étaient notés. Les méthodes employées pour effectuer cet inventaire ont été décrites par Keys et Henderson (1982) [1] .

Pour chaque tourbière étudiée, la profondeur du dépôt a été cartographiée à l'échelle 1: 10,000 (équidistance des courbes de niveau: 1 m) . Tous les dépôts examinés à l'aide d'un système de quadrillage sont aussi accompagnés de cartes indiquant le relief et le profil. Celles-ci illustrent la répartition des types de tourbe et les degrés de décomposition. Les données recueillies à chaque site furent informatisées et de nombreux calculs furent effectués. Les renseignements disponibles pour chaque dépôt

comprennent les volumes des différents types de tourbe, ainsi que le volume et la superficie totals. Il est aussi possible d'aller chercher de l'information au niveau régional. Plus de 600 paramètres peuvent être utilisés pour regrouper des informations sur des tourbières individuelles, afin d'obtenir des sorties sur une base régionale. Il est donc possible, en spécifiant une série de conditions, d'obtenir un listage de toutes les tourbières qui, rencontrent ces exigences. Citons à titre d'exemple: les tourbières ayant au moins 200 ha et un volume de tourbe peu décomposée supérieur à 3 millions de mètres cubes, situées dans une région géographique bien définie.

Les 132,000 ha de tourbières examinées comprennent un volume total de 2.4 milliards de mètres cubes. Parmi ceux-ci, 67,800 ha, ayant un volume de 2.1 milliards de mètres cubes, sont considérés exploitables, puisque la profondeur de la tourbe est supérieure à un mètre. Ce volume peut être subdivisé en tourbe peu décomposée (H1-H4 à l'échelle von Post), totalisant 1.3 milliards de mètres cubes, et en tourbe humifiée (H5-H10 à l'échelle von Post), ayant un volume total de 0.8 milliards de mètres cubes.

Dans plus de 95% de la tourbe peu décomposée, on note la prédominance de sphaigne (Sphagnum sp.), alors que dans 68% de celle-ci, on retrouve uniquement de la sphaigne. Parmi les tourbes humifiées, 63% sont à prédominance de sphaigne, alors que 35% sont surtout composées de laîches (Carex sp.).

UTILISATIONS ACTUELLES

Présentement, des droits d'exploitation uniquement pour la production de tourbe horticole ont été accordés pour 22 tourbières situées sur des terres de la Couronne. Ces droits d'exploitation sont détenus par 16 compagnies. En 1981, environ 2,200 ha de terres de la Couronnes et 350 ha de terrains privés étaient en production, constituant près de 25% de la superficie totale exploitable, d'après les droits accordés. La production annuelle de cette industrie atteint une moyenne supérieure à 3.5 millions de balles de 6 pieds cubes (170 litres), évaluée en 1981 à plus de $11 millions. Ce rendement se classe le deuxième parmi les provinces et représente environ 25% de la production canadienne.

Le tableau suivant résume les renseignements de Statistique Canada relatifs aux destinations et aux quantités de tourbe expédiées par les producteurs du Nouveau-Brunswick en 1981.

LES MARCHES DOMESTIQUES

	TONNES
Nouvelle-Ecosse	500
Nouveau-Brunswick	2,500
Ontario	18,200

Autres provinces	9,800

L'EXPORTATION

	TONNES
Etats-Unis	43,400
Japon	3,300
Europe	5,700
Asie	100
Autres	1,500

Les chiffres ci-hauts relatifs à l'Ontario sont quelque peu trompeurs, puisque plusieurs compagnies maintiennent de grands entrepôts dans cette province en vue des transbordements. Ces stocks de tourbe sont éventuellement écoulés aux Etats-Unis.

Dans le domaine agricole, une tourbière dans la province sert présentement à la production de légumes et deux autres projets sont à l'étude. En récréation/conversation, 4,500 ha de tourbières font partie du Parc national de Kouchibouguac et sont donc à l'abri de toute exploitation. Un site d'interprétation comprenant une promenade d'un kilomètre et une tour d'observation a été aménagé sur une de ces tourbières. Ailleurs, on considère assurer la conservation de certaines tourbières en leur donnant le statut de réserves écologiques. Canard Illimités Canada s'occupe activement de l'aménagement d'habitat aquatique pour la sauvagine dans la province. Ils travaillent actuellement sur 34

sites, totalisant plus de 5,000 ha, ceux-ci étant essentiellement des terrains tourbeux. L'extraction de la tourbe humifiée pour des fins énergétiques, ainsi que les pratiques sylvicoles n'ont pas été entreprises dans la province.

UTILISATIONS POTENTIELLES

TOURBE HORTICOLE

En plus de 22 tourbières sur lesquelles on a présentement des droits d'exploitation, 65 dépôts ont été identifiés comme ayant un potentiel élevé pour l'extraction de la tourbe horticole. Chacun de ces gisements a une superficie dépassant 150 ha, dont la profondeur dépasse 1 mètre, de sorte que réunis, ils représentent une superficie de 19,700 ha. On estime le volume de tourbe peu décomposée dans chaque dépôt à plus de 2.5 millions de mètres cubes. On peut donc s'attendre à ce que chacun puisse supporter une industrie de tourbe horticole produisant 300,000 balles/année pendant au moins 30 ans. Plus de 95% de la tourbe dans ces gisements est composée principalement de sphaigne (Sphagnum sp.).Parmi cette quantité, 64% est constituée uniquement de sphaigne, tandis qu'un 20% supplémentaire est à prédominance de sphaigne, avec un contenu de résidus d'arbustes n'excédant pas 10%. Parmi ces 65 dépôts, plusieurs se situent bien au delà des critères minimums de sélection. De plus, il existe de nombreux gisements ayant des réserves suffisantes, mais étant incapables de rencontrer individuellement les critères de

sélection. Cependant, ils sont souvent situés à proximité de dépôts plus importants, offrant ainsi des possibilités d'exploitation conjointe.

Quoique la majorité des gisements se situent dans l'est de la province, plusieurs se retrouvent dans le centre et le sud-ouest. La plupart sont des tourbières bombées peu boisées, offrant de bonnes possibilités de drainage. L'accès aux routes et à l'électricité varient beaucoup d'un dépôt à l'autre. Quatre d'entre eux sont actuellement retenus en vue de l'obtention de permis d'exploitation.

Les nombreux dépôts de tourbe de sphaigne d'excellente qualité nous assurent une production continue de tourbe horticole. En excluant les tourbières présentement en exploitation, ces dépôts sont équivalents à 1.5 milliards de balles de tourbe horticole. Au rhythme actuel d'utilisation, cette industrie pourrait être viable pendant environ 400 ans.

TOURBE COMBUSTIBLE

Quelque 46 dépôts ont été identifiés comme étant propices à l'extraction de la tourbe humifiée pour des fins énergétiques. Chacun de ces gisements à une superficie d'au moins 100 ha, où la tourbe dépasse un mètre de profondeur. Réunis, ils représentent plus de 11,200 ha ou 320 millions de mètres cubes. Alors que 30% de ce volume est peu décomposé, les couches superficielles sont généralement minces (environ 1 mètre), de sorte que leur

potentiel horticole est très limité. Bien que la majorité de ces dépôts soient localisés dans le sud-ouest, quelques-uns sont situés au centre et au sud-est de la province. On retrouve également un gisement dans le nord-est; celui-ci est présentement en exploitation.

De plus, 39 des dépôts identifiés comme étant propices à l'extraction de la tourbe horticole (huit de ceux-ci sont actuellement exploités), contiennent également des quantités substantielles de tourbe humifiée. L'extraction des couches superficielles de tourbe peu décomposée donnerait accès à la tourbe humifiée sous-jacente, permettant son exploitation.

AGRICULTURE

Les facteurs climatiques sont très importants dans la sélection de tourbières sur lesquelles on veut pratiquer l'agriculture. Ces facteurs varient selon les régions de la province, et les exigences dépendent du type de culture projeté. Les sols organiques cultivés se décomposent et s'affaissent à une vitesse de 2 à 3 cm par année. En raison de cette perte graduelle de sol, le terrain envisagé doit avoir de 1 à 2 mètres de profondeur, afin d'assurer la production sur une période de temps suffisante pour amortir les investissements reliés au projet. Les tourbières ou sols organiques utilisés pour l'agriculture exigent aussi un drainage adéquat.

Maintes tourbières rencontrant ces critères de profondeur et de

drainage existent à plusieurs endroits dans la province. De plus, un bon nombre des dépôts selectionnés pour l'extraction de tourbe horticole ou de tourbe humifiée ont des sections convenant à la culture. Sont aussi propices à la récupération pour des fins agricoles, les tourbières sur lesquelles les réserves de tourbe extractibles ont été épuisées.

FORESTERIE

L'utilisation des tourbières dans le secteur forestier pose des conditions semblables à celles énumérées pour les usages agricoles. De nombreuses tourbières sont disponibles pour ces fins dans la province et la technologie pour les aménager est bien connue dans plusieurs pays européens. Cependant, vue l'abondance de sites de meilleure qualité, il est peu probable qu'on entreprenne des travaux sur les tourbières dans un proche avenir au Nouveau-Brunswick.

CONSERVATION ET RECREATION

Le parc national de Kouchibouguac renferme des tourbières typiques de celles qu'on retrouve dans l'est du Nouveau-Brunswick. Ailleurs dans la province, certaines tourbières sont en voie d'obtenir le statut de réserves écologiques. Il est à souhaiter, qu'avec le temps, des échantillons représentatifs des différents types de tourbières soient protégés de cette façon.

On s'attend à ce que des programmes d'aménagement d'habitat, tels

ceux entrepris par Canards Illimités, continuent à s'étendre. Dans ce but, on recherche surtout des tourbières à dominance de Carex sp., ayant des étendues d'eau libre ou des possibilités de contrôler de façon artificielle le niveau de l'eau. Des sites rencontrant ces conditions, mais peu favorables à d'autres utilisations seraient tout indiqués pour de tels usages.

PRODUITS INDUSTRIELS.

Des études récentes effectuées pour le compte du ministère du Commerce et du Développement du Nouveau-Brunswick par André Marsan et Associés Inc. (1980)[2], ont permis d'identifier certains produits à base de tourbe ayant une valeur commerciale intéressante. Ces produits, parmi lesquels on compte le coke métallurgique, les charges de carbone et le charbon activé,pourraient être fabriqués à partir de la tourbe dont nous disposons dans la province. Ces produits, ainsi que les méthodes employées pour les fabriquer sont décrits dans la présentation de Coupal.

MOUSSE DE SPHAIGNE

La surface vivante des tourbières peut aussi être récoltée. On l'emploie en floriculture et pour emballer les racines de certaines plantes, afin de les protéger lors de l'expédition. La récolte de cette mousse est habituellement faite manuellement. La couche de surface est râtelée et puis transportée vers le bord de la tourbière, où elle est placée sur des supports pour sécher. Cette méthode requiert une main d'oeuvre assez considérable, et

par conséquent, est très coûteuse. La récolte se fait de façon à recueillir une partie de la plante seulement, de sorte qu'elle puisse se régénérer. Ceci permet de répéter le processus de récolte après quelques années. Un des critères importants pour évaluer la qualité de cette mousse est la longueur des fibres. Pour cette raison, l'espèce préférée est le Sphagnum magallanicum, qui atteint jusqu'à 15 cm de longueur. Ce produit est très en demande sur les marchés domestiques et d'exportation.

Une méthode de récolte mécanique présentement à l'essai pourrait, si satisfaisante, conduire à la mise sur pied d'une entreprise d'extraction commerciale au Nouveau-Brunswick.

OBJECTIFS DE GESTION ET STIMULANTS OFFERTS A L'INDUSTRIE

La loi sur les substances extractibles (Quarriable Substances Act) prévoit la concession de droits d'exploitation sur les tourbières de la Couronne. La première étape dans le processus est l'obtention d'un permis d'exploration, valide pendant un an et renouvelable deux fois. Ce permis autorise le détenteur à évaluer le potentiel d'une tourbière ayant jusqu'à 600 ha. La demande en vue d'obtenir les droits d'exploitation peut être faite à n'importe quel moment pendant la durée du permis d'exploration. Le Crown Peat Resource Management Policy du ministère des Ressources naturelles (1979)[3], indique les exigences et les procédures à suivre pour obtenir ces droits.

Les demandes relatives aux tourbières de la Couronne sont évaluées par le ministère du Commerce et du Développement, afin d'assurer que le demandeur soit capable d'assumer financièrement un tel projet. De plus, les plans projetés pour la mise en marché sont revisés, afin d'évaluer les retombées d'un nouveau développement sur les entreprises existantes.

Des subventions pour le développement sont disponibles par l'entremise du Programme de subventions au développement régional. Grâce à ce programme, des subventions remboursables ou non-remboursables ainsi que des prêts garantis sont disponibles. Les projets qui impliquent la transformation secondaire,dont les coûts en immobilisations sont d'au moins $25,000 , sont admissibles au programme, à la condition d'une participation du demandeur de 20% du coût en capital. Le programme prévoit aussi des subventions en vue de nouvelles installations ou de nouveaux produits. Dans cette catégorie, 25% du coût en capital des immobilisations et 30% des salaires et honoraires sont admissibles. De même, des octrois sont disponibles pour défrayer 20% du coût en capital pour l'expansion d'installations existantes. Dans certaines régions, les ententes fédérales - provinciales fournissent de l'aide financière pour la construction de routes d'accès. Aussi, la province peut accorder un certain support financier aux industries de transformation secondaire ou pour l'expansion d'installations existantes.

Le succès soutenu de l'industrie de la tourbe horticole est

considéré comme prioritaire dans le développement de nos ressources de tourbe. Les nouveaux permis d'exploitation sont accordés avec soin, de façon à assurer la ressource à long terme et de minimiser les fluctations du marché pour les entreprises en place. La stabilité à longue échéance de cette industrie repose donc sur l'utilisation judicieuse de la ressource.

Comme pour toute autre ressource, on doit prendre un engagement à long terme envers la conservation d'échantillons de tourbières représentatifs, afin d'en assurer la survie pour les générations futures. La sélection de ces endroits doit prendre en considération la préservation d'habitats pour la faune et les espèces de plantes rares.

Dans certaines régions de la province, l'utilisation de la tourbe en vue de la production d'énergie a du potentiel, quoique sur une échelle assez limitée. Avec l'extraction continue de la tourbe horticole, on peut s'attendre a ce que de plus grandes quantités de tourbe combustible soient disponibles dans l'avenir. Bien qu'au point de vue technique il soit possible d'employer un matériau peu décomposé pour des fins énergétiques, cette option ne favoriserait pas, à longue échéance, le rendement maximal de la ressource. En effet, cette tourbe à une plus grande valeur comme matériau horticole. Toutefois, bon nombre de ces dépôts humifiés contiennent une certaine quantité de tourbe peu décomposée, qui est cependant trop faible pour que son extraction pour des fins horticoles soit rentable. A ce moment, cette

tourbe peut être utilisée pour la combustion.

Les entreprises impliquant une transformation de la tourbe sont favorisées par rapport à celles qui ne font que la mise en sac du produit brut, car leurs retombées économiques sont beaucoup plus importantes. Les produits identifiés lors de l'étude des utilisations industrielles se classent dans cette catégorie.

RESUME

Ce programme d'inventaire a permis d'identifier les tourbières ayant un potentiel d'utilisation élevé. Les renseignements maintenant disponibles sur nos ressources de tourbe sont d'une grande valeur en vue de la sélection de sites pour des usages spécifiques. En plus de profiter d'informations détaillées sur la ressource, les investisseurs éventuels, désirant exploiter cette ressource, peuvent bénéficier de programmes de subventions. En même temps, nous sommes en mesure d'appliquer des principes de gestion à cette ressource, de sorte à en retirer le maximum de bénéfices.

REFERENCES

1. KEYS, D. and HENDERSON, R.E.
1982. Field and data compilation methods used in the inventory of the peatlands of New Brunswick, Canada. ASTM Symposium on the Testing of Peats and Organic Soils, June 23, 1982, Toronto, Ontario. (In press).

2. MARSAN, ANDRE ET ASSOCIES AND FENCO CONSULTANTS LTD.
1980. Usages industriels de la tourbe du Nord-Est du Nouveau-Brunswick. Rapport soumis au ministère du Commerce et du Développement, Province du Nouveau-Brunswick, Fredericton, Nouveau-Brunswick.

3. DEPARTMENT OF NATURAL RESOURCES.
1979. Crown peat resource lease policy. Mineral Resources Branch, Government of New Brunswick. Fredericton, New Brunswick, Canada.

RESUME D'UN ATELIER NATIONAL SUR LES METHODES D'INVENTAIRE DES TOURBIERES

SUMMARY OF A NATIONAL WORKSHOP ON PEATLAND INVENTORY METHODOLOGY

F.C. Pollett and C. Tarnocai
Newfoundland Forest Research Centre
Environnement Canada
St.Jean, Terre-Neuve

RESUME

Il se déroule actuellement un si grand nombre d'activités pour recueillir des données sur les tourbières et la tourbe que le premier atelier sur les méthodes d'inventaire était essentiellement une réunion destinée à présenter et à partager des informations. Il est ressorti des discussions qu'aucune approche, ni aucun système de rassemblement des données, ne pourrait être imposé à l'échelle nationale, et que de toute façon, cela ne serait pas nécessairement souhaitable. Les besoins sont variables, mais il existe tout de même des points communs à la plupart des méthodes de relevé et d'inventaire.

Deux catégories générales de données font l'objet de recherches et de compilations. La première regroupe les données sur les réserves de tourbe et repond à des questions telles les suivantes: Quelle est la superficie de la tourbière? Quel est le volume de la tourbe? Quelles en sont les caractéristiques (pH, décomposition, etc.)? Quelles sont les contraintes à leur mise en valeur (pourcentage de forêts, pourcentage d'eau en surface, accessibilité, etc.)? Le deuxième genre de données est relié à la compréhension de la dynamique des tourbières et de la tourbe. Ce groupe comprend les données relatives aux questions suivantes: Quelles en sont les principaux types (i.e. tourbière ombrotrophe (bog), fen)? Pourquoi existent elles? Quelles sont leurs caractéristiques propres (i.e. configuration des mares, chimie et physique de la tourbe, physionomie végétale)? Quels sont leurs attributs en tant qu'habitat? Avec l'une ou l'autre approche, il faut compartimenter les données et trouver des moyens efficaces d'emmagasiner et de cartographier les informations de sorte qu'elles soient sous une forme facilement utilisable lors de la planification des ressources.

Les données recueillies à des fins de définition des réserves de tourbe ou de la dynamique des tourbières ne sont en aucun cas mutuellement exclusives. Le responsable des relevés sur les tourbières en vient rapidement à utiliser une classification pour

distinguer les types de tourbe. Dans l'inventaire à Terre-Neuve, la répartition des types selon des critères écologiques facilite le rassemblement des données sur les volumes de tourbe. Au Nouveau-Brunswick, les données ont été recueillies afin d'améliorer la compréhension des divers types de tourbe; la banque de données ainsi obtenue peut servir à des fins d'interprétation écologique.

Il est nécessaire d'intégrer les activités de relevé à l'inventaire ou à la classification des tourbes. En entreprenant un nouvel inventaire, l'Ontario devrait viser à cette intégration en faisant collaborer les responsables des relevés et les spécialistes des tourbières. Ainsi, le travail deviendra multidisciplinaire et plus rentable.

Les objectifs du Forum sur la tourbe (Peat Forum) devraient être atteints au milieu des années 1980. En 1985, nous devrions pouvoir publier les premières cartes d'inventaire des tourbières au Canada. Naturellement, certaines régions ne seront pas décrites de façon détaillée.

En 1985, des techniques peu coûteuses, comme l'utilisation de l'imagerie satellitaire pour la reconnaissance, devraient également être bien implantées. Afin d'aider à atteindre ces objectifs, de nouvelles études ont été mises en oeuvre et en 1984, un deuxième atelier national se déroulera pour mettre à jour les méthodes d'inventaire de la tourbe et des tourbières.

ABSTRACT

There is such a variety of activities underway to gather peatland and peat data that the first inventory workshop was primarily a session to present and share information. From discussions it was obvious that no one data-gathering approach or system could be superimposed on a national scale, nor would it be necessarily desirable. The need for information on the resource differs, but yet there are similarities underlying most surveys and inventories.

There are two broad categories of data being sought and obtained. The first is the information on peat stocks. What is the area of the peatland? What is the volume of peat? What are the characteristics (pH, decomposition,etc...) of the peat? What constraints are there to development (% forest, % surface water, accessibility, etc.)? The second type of information is related to understanding peatlands and peat dynamics. What are the principal types i.e. bog, fen? Why are they here? What are

their defining characteristics (i.e. pool patterns, peat chemistry and physics, plant physiognomy)? What are their attributes as a habitat? In both approaches there is a need to compartmentalize information and a common problem is how to best store and map information for use in resource planning.

In no case is the information gathered for definition of peat stocks or for peatland dynamics mutually exclusive. Tne peat surveyor soon uses classification in his separation of types. In the Newfoundland inventory, an ecological division of types facilitates data gathering on peat volumes. In New Brunswick, the data was gathered to provide a better understanding of the variation in peat and the data bank so generated can be used for ecological interpretations.

There is a need to integrate activities on peat survey, inventory and classification such that the natural resource surveyor and the peatland scientist interact and work together. Ontario, in its implementation of a new inventory, should attempt to achieve this integration by incorporating the use of both surveyors and peatland scientists. In this way, the work becomes multi-faceted and more cost effective.

The Peat Forum objectives should be met by the mid-1980's. By 1985, it should be possible to publish the first-level peatland inventory maps of Canada. Understandably, some areas will not be represented by detailed data.

By 1985, low-cost inventory techniques such as the use of satellite imagery for reconnaissance should also be will established. To help reach these objectives new studies will have been implemented and in 1984 a second national workshop will be held to update peat and peatland inventory methodology.

INTRODUCTION

En mars 1982, le Forum sur la tourbe (Peat forum) du Conseil national de recherches du Canada organisait un atelier à l'échelle nationale afin de discuter de l'état des activités de levé et d'inventaire des tourbières. Le manque de coordination entre les nombreuses activités dans ces domaines à la grandeur du pays donnait l'élan nécessaire à l'organisation de ce

rassemblement. Préoccupés par les problèmes que posent l'inventaire des tourbières, des membre du Forum lancèrent l'idée de cet atelier dans le but de faire le point sur les diverses estimations des ressources de tourbe et de tourbières en cours au Canada. L'un des objectifs principaux visés était la révision des méthodes employées dans différentes régions géographiques et à diverses échelles d'inventaire. Avec cette information de base, nous pourrons possiblement arriver à une approche commune dans l'inventaire des ressources. En outre, nous souhaitons que cet atelier fasse ressortir de l'information sur laquelle le Forum pourrait structurer des recherches futures dans les domaines de l'inventaire et des méthodologies d'inventaire.

Overend (sous presse) et Tibbetts (Annexe A) ont tous deux décrit les fonctions et les objectifs du Forum sur la tourbe. La plupart de ces objectifs ont trait directement ou indirectement à l'acquisition d'information sur la quantité et la qualité de la tourbe au Canada. Deux de ces objectifs sont spécifiquement reliés:

- Elaborer un premier inventaire, qui permettra l'évaluation des ressources de tourbe dans les contextes de la compétition pour déterminer l'utilisation des terres, et celui des questions environnementales.
- Développer des technologies peu coûteuses pour inventorier.

Un troisième objectif est relié de près à la classification et à la dynamique des tourbières:

- Déterminer et évaluer l'impact sur l'environnement de l'utilisation de la tourbe à une grande échelle.

Au départ, il est devenu évident qu'il existait peu d'uniformité dans les méthodes employées pour recueillir l'information sur le site, la qualité et la quantité de tourbe et des tourbières d'une province à l'autre. L'emphase placée sur les besoins d'inventaire réels ou perçus varie énormément d'un bout à l'autre du pays. Ceci est tout à fait normal vu les priorités régionales, surtout en ce qui a trait aux questions énergétiques, et aussi, jusqu'à un certain point, à la superficie des tourbières à inventorier. En Ontario, par exemple, la superficie estimée des tourbières équivaut à 30 fois celle du Nouveau-Brunswick. Un autre problème qui surgit pendant l'atelier est le manque d'emphase placé sur la tourbe au niveau national. On y retrouve un très grand intérêt, cependant, aucune agence au niveau national n'est vraiment responsable de la tourbe.

Mis en place en 1981, le Forum sur la tourbe du CNRC est le premier groupe national ayant le mandat et les fonds nécessaires à l'implantation d'une gamme de projets de recherche sur la tourbe et les tourbières à la grandeur du pays. En outre, deux autres groupes oeuvrent à la collecte de données de façon systématique à l'échelle nationale. Il s'agit de la Commission canadienne de pédologie d'Agriculture Canada et du "National Wetlands Working Group" de la Direction générale des terres,

Environnement Canada. Tous deux ont des membres au sein du Forum sur la tourbe. Cette association de groupes à l'avantage de représenter un nombre varié d'intérêts dans les divers usages de la tourbe: agriculture, horticulture, combustible pour fins énergétiques, conservation et préservation. Les participants à l'atelier ont appuyé la mise sur pied du Forum sur la tourbe, malgré son impossibilité d'apporter le support financier nécessaire aux inventaires provinciaux. On a plutôt reconnu son rôle comme étant de faire la synthèse des activités dans le domaine de l'inventaire des tourbières. Le chef de file de cette initiative pour le Forum est Agriculture Canada. Cet atelier de travail représente la première activité de son plan de recherche quinquennal sur l'inventaire des tourbières.

Ce rapport résume l'information qui fut présentée lors de cet atelier. La liste des exposés présentés se retrouve en Annexe (A). Les références faites aux données de chaque auteur se rapportent directement à leurs présentations.

COLLECTES DE DONNEES NATIONALES

Dans son introduction, Tibbetts suggéra que l'évaluation nationale des ressources de tourbe soit faite sur une base semblable à celle de l'évaluation des ressources minérales. Les termes suivants furent définis:

- Ressources inférées - Ces estimés de volume sont fondés uniquement sur les données telesat. les photos aériennes, les cartes topographiques et sur une profondeur supposée ne dépassant pas un mètre.
- Ressources indiquées - Ces volumes sont estimés par l'entremise de données telesat, de reconnaissance aérienne, de radar, de photos aériennes, de cartes topographiques et d'au moins une donnée de profondeur prise sur le terrain, extrapolée pour la région entière.
- Ressources mesurées - Le volume et la qualité du dépôt en entier sont mesuré et estimé respectivement à l'aide des techniques généralement reconnues d'échantillonnage et d'analyse.
- Réserves - Ressources mesurées dont l'exploitation est rentable. A l'heure actuelle, ce terme comprendrait uniquement les tourbières exploitées pour la tourbe de mousse ainsi que celles utilisées en foresterie et en agriculture.

Les participants ont reconnu qu'il existe une certaine confusion dans le domaine de la terminologie se rapportant à la tourbe. Dans ce sens, une catégorisation des ressources, tel que proposé ci-haut, serait certainement utile. Cependant, le terme "réserves", tel qu'utilisé par Tibbetts ci-haut, pourrait poser des problèmes, parce que traditionnellement ce terme est employé pour signifier des quantités de tourbe estimées de façon très approximative.

Un exposé fut présenté par Tarnocai sur la méthode d'inventaire utilisée par la Commission canadienne de pédologie, suivi d'une présentation par Fulton sur la cartographie des dépôts de tourbe par la Commission géologique du Canada. Tarnocai fit remarquer que leur méthode d'inventaire pour cartographier les tourbières se base sur les modelés de terrain (e.g. tourbière ombrotrophe, (bog), fen, marais, marécage). Ceux-ci ont servi de base à l'élaboration d'un système d'unités cartographiques. La préparation de ces cartes s'appuie fortement sur l'information recueillie par la télédétection. Les photos aériennes en noir et blanc panchromatique sont encore communément employées, toutefois les photos aériennes en couleur et infra-rouges, ainsi que l'imagerie satellitaire sont de plus en plus populaires. A l'aide de la banque de données informatisée CanSIS, Tarnocai fit une évaluation de la superficie des tourbières au Canada (Tableau 1). Il faut souligner qu'il ne s'agit ici que d'estimations, puisque les relevés n'ont pas été completés dans certaines régions du Canada. Avec le temps, les relevés pédologiques fondés sur la collecte systématique de données vont créer une base nationale de données, nous permettant d'évaluer avec précision l'étendue des tourbières au pays. Les données actuelles nous indiquent que les tourbières occupent environ 11% de la superficie du Canada (terre et eau comprises).

Contrairement à la Commission de pédologie, la Commission géologique s'est très peu occupée de la collecte systématique de données sur la tourbe, puisque jusqu'à récemment, il y avait peu

de demandes pour ce genre d'information. Cependant, certains cartographes ont rassemblé des informations détaillées sur des régions spécifiques. C'est le cas de la vallée du MacKenzie; ici les dépôts organiques furent cartographiés et classifiés en tourbières ombrotrophes (bogs) et en fens. Une minorité de gens de la Commission géologique sont d'avis que la tourbe devrait être considérée comme de la végétation; puisque la végétation n'est pas cartographiée, on devrait également faire abstraction de la tourbe. Fulton suggère un moyen de contourner cette préoccupation que la cartographie des dépôts organiques vienne obscurcir les éléments géologiques; il s'agit d'illustrer la présence des matériaux organiques à l'aide d'une carte superposable sur celle des dépôts superficiels. Cette information contribuerait à rendre les utilisateurs plus conscients de l'étendue des terres humides. On ne prévoit toutefois pas, dans un avenir rapproché, que la tourbe devienne une priorité de la Commission géologique.

A l'heure actuelle, la Commission canadienne de pédologie est donc la seule agence qui s'occupe de recueillir des données, de façon systématique, sur les tourbières d'un bout à l'autre du pays. Comme ils n'ont pas sur place les ressources pour augmenter l'acquisition de données, celles-ci demeurent limitées en quantité, en étendue et en application. En outre, plusieurs responsables des relevés pédologiques ont des connaissances très limitées dans le domaine des tourbières, ce qui se réflète dans la nature des données qu'ils vont recueillir.

Présentement, aucune agence nationale ne fait la collation ou l'accumulation de données qualitatives et quantitatives des stocks de tourbe au Canada. Les statistiques disponibles à ce sujet sont très rudimentaires.

RELEVES ET INVENTAIRES REGIONAUX

Tradionnellement, l'intérêt porté à la tourbe au Manitoba et dans l'est du Canada a toujours été plus vif que dans les trois provinces de l'ouest. Ceci s'explique par le fait que le potentiel agricole des tourbières est plus élevé dans l'est; de plus, l'Ontario, le Québec et les provinces Atlantiques se sont montrés particulièrement intéressés par l'utilisation de la tourbe pour des fins énergétiques. Au Québec et au Nouveau-Brunswick, la production de tourbe de mousse est à la base d'une importante industrie régionale. Ces facteurs ont donné lieu à plusieurs levés et/ou inventaires de la tourbe et des tourbières au Manitoba et dans l'est canadien.

Dans le résumé des présentations d'atelier, les progrès enregistrés par la Commission de pédologie Canada-Manitoba (Canada-Manitoba Soil Survey) sont notés. On traite également des inventaires des stocks de tourbe au Nouveau-Brunswick et à Terre-Neuve, ainsi que des nouvelles évaluations de cette ressource au Québec et en Ontario. De plus, on trace les grandes lignes de nouveaux projets de relevé, financés par le Forum sur la tourbe. Il est à noter que les méthodes employées dans chaque

province varient selon les objectifs de l'étude.

Dans son exposé "Peat Inventories in Manitoba", Mills donne une excellente description des méthodes utilisées par la Commission de pédologie Canada-Manitoba pour la récolte de données sur les tourbières. Le Manitoba possède des ressources de tourbe assez considérables; c'est-à-dire environ 19% des tourbières canadiennes. A la Figure 1, on peut voir la distribution des tourbières dans cette province. Mills y trace l'évolution dans la récolte des données au cours des derniers 25 ans, ce qui permet de constater la progression graduelle relativement aux types d'informations recueillis au fur et à mesure qu'on reconnaît la valeur des tourbières. A l'heure actuelle, la Commission pédologique s'occupe surtout de récolter des données se rapportant aux suivants:

- La caractérisation et l'échantillonnage des séries ou des associations de sols organiques et l'établissement de leur rapport avec les modelés de terrain tourbeux.
- La classification des sols organiques selon le Système canadien de classification des sols. Les descriptions du sol et des sites se conforment au "Manual for Describing Soils in the Field". Les analyses sont effectuées selon le Sous-comité sur les méthodes d'analyse. La classification employée pour décrire les terrains tourbeux fait partie de la classification des terres humides inclue dans le"Canadian Wetland Registry" Tarnocai(1980)[1]).
- La délimitation sur cartes, photos et transects de l'étendue

des séries ou des associations de sol.

- Les caractéristiques de la végétation reliées à chaque série ou association de sol et de modelé de terrain tourbeux.
- Les particularités du drainage de la tourbière.
- Les propriétés chimiques des eaux de surface.
- La topographie de la tourbière.
- La profondeur de la couche de matériel organique jusqu'à la strate minérale sous-jacente, ainsi que la stratigraphie de la tourbe associée aux modelés de terrain.

  La nature du matériel minéral sous-jacent.

Il est reconnu que la caractérisation et la cartographie des tourbières du Manitoba est loin d'être complète et de plus, plusieurs régions ont été mises sur carte de façon généralisée. Récemment, la Commission de pédologie entreprenait un nouveau programme d'étude des tourbières (1:50,000) du sud-est manitobain, ceci pour répondre à l'intérêt croissant qui se manifeste pour l'utilisation agricole des tourbières situées dans les zones climatiques favorables de la province. Le manque de données se fait surtout ressentir dans les régions du nord de la province; en effet, on a encore à faire le relevé systématique de 33,600,000 ha de terrain riche en tourbières.

Malgré les efforts de la Commission de pédologie, les volumes et les attributs des dépôts majeurs de tourbe à vocation énergétique sont très peu connus. Aucun inventaire majeur n'est en cours;

cependant, quelques inventaires localisés ont été mis sur pied spécifiquement pour identifier les tourbières à sphaigne ayant un potentiel de développement commercial. Ces inventaires évaluent les propriétés physiques de la tourbe (i.e. pourcentage d'humidité, taux de cendres, contenu en azote, pH, composition botanique, couleur et profondeur).

Le Manitoba possède d'énormes ressources de tourbe; on doit faire tous les efforts pour en encourager l'inventaire.

Deux provinces ont entrepris une évaluation au niveau provincial de leurs stocks de tourbe; il s'agit du Nouveau-Brunswick et de Terre-Neuve. Le Nouveau-Brunswick fut le chef de file dans cette entreprise, et les résultats en sont bien connus des spécialistes de la tourbe partout au pays. Dans son exposé, Keys décrit l'histoire de cet inventaire et repasse en détail les méthodes utilisées. Toutes les tourbières de la province ayant une superficie excédant 25 ha furent étudiées, sauf celles incluses dans les parcs nationaux et les bases militaires. Quelque 21,000 sites d'échantillonnage furent établis entre 1975 et 1981, ces sites étant localisés d'après un système de grille, à intervalles de 100 mètres. A chacun d'entre eux, une série de données descriptives étaient relevées (e.g. élévation, végétation de surface, sédiments (du fond), examen d'une carotte de tourbe afin d'en déterminer la composition botanique, et la décomposition des différentes couches ou intervalles de tourbe.

Sur la plupart des tourbières importantes, un ou deux sites représentatifs furent sélectionnés afin d'y faire des analyses plus poussées. A chacun des sites, un profil complet fut étudié pour en déterminer les propriétés physiques et chimiques. Le principal objectif de ce programme d'échantillonnage était d'évaluer les caractéristiques physiques et chimiques de la tourbe afin de déceler l'existence de variations dans ces propriétés qui pourraient affecter les usages potentiels.

Keys rapporte:

> Aux sites où le potentiel énergétique de la tourbe était peu élevé, une seule carotte de tourbe était prélevée. Le pourcentage d'humidité, et pendant les 3 dernières années la densité apparente, étaient déterminés pour chaque échantillon. Le dosage des éléments suivants était effectué à l'aide d'un extrait acide de tourbe: Na, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Pb, Zn, Ni. On procéda aussi à des analyses de P, U, B, C, Cl, V et S sur des échantillons sélectionnés. Les résultats furent calculés par rapport à la tourbe sèche.
>
> Aux sites ayant un potentiel énergétique, on faisait l'analyse des cendres. Deux échantillons par site étaient prélevés afin de s'assurer d'une quantité de tourbe suffisante pour compléter toutes nos analyses.Ici également, le taux d'humidité et pendant les dernières années la densité apparente, furent évalués pour chaque échantillon. Puisque nous disposions d'une plus grande quantité d'échantillon, ces dernières analyses ont pu être reprises une seconde fois. Sur l'un de ces échantillons, on procédait ensuite à la détermination des suivants: valeur calorifique, soufre et matières volatiles, et de plus, sur un certain nombre d'échantillons sélectionés: point de fusion des cendres, carbone, azote totale et disponible, phosphore, chlore et analyse élémentaire (C, H, N et O). Le deuxième échantillon servait à évaluer le taux de cendres, et par la suite ces cendres étaient analysées pour les suivants: Fe, Mn, Na, Ni, Pb, Zn, K et Cu. Encore une fois, des échantillons choisis servirent à la détermination de ces éléments: Al, B, Ca, Mo, Mg, Si et U.

Cette description illustre bien l'ampleur de la banque de données montée par le département des Ressources naturelles du Nouveau-Brunswick. La majorité de cette information est maintenant informatisée, offrant ainsi des possibilités intéressantes aux chercheurs et aux gestionnaires de ressources désirant en faire l'analyse. Le département des Ressources naturelles venait aussi en aide à la province de la Nouvelle-Ecosse, alors qu'on y mettait sur pied une évaluation des ressources de tourbe.

Comme les tourbières sont plus difficiles d'accès, variées et étendues qu'au Nouveau-Brunswick, la province de Terre-Neuve a du aborder d'une façon différente leur inventaire global. Toutes les terres humides faisaient partie de cet inventaire, puisque son objectif était de recueillir de l'information sur la totalité des ressources de tourbe provinciales; information nécessaire à la planification en vue d'usages multiples. Le forestier, par exemple, s'intéresse davantage aux tourbes de fens dans les régions où le climat est favorable. Ces tourbières sont souvent de superficie restreinte, mais elles sont très nombreuses. Par contre, un dépôt de tourbe combustible aurait des caractéristiques tout à fait différentes. Il pourrait s'agir de tourbières ombrotrophes (bogs) ou de fens, ayant préférablement de la tourbe bien décomposée et une superficie minimale de 30 ha.

A l'aide de la banque de données écologiques relatives à la végétation de Terre-Neuve, l'île a été subdivisée en six régions

géographiques, chacune d'entre elles constituant une zone d'étude pour une année. Chaque zone géographique a ensuite été divisée en districts écologiques selon ses caractéristiques géomorphologiques et ses traits particuliers. Par la suite, à l'aide de photos aériennes, tous les dépôts de tourbe de plus de 1 ha à l'intérieur de chaque district furent cartographiés et classifiés de façon préliminaire selon la classification des terres humides du "Canadian Wetland Registry". Dans chaque district, on a choisi des dépôts de tourbe représentatifs, établi des grilles et prélevé des échantillons sur le terrain. Un système de grille variable fut utilisé afin d'éviter, le plus possible, l'acquisition d'informations superflues de sites semblables au point de vue écologique. De cette façon, l'inventaire rencontre les objectifs fixés. A chaque site d'échantillonnage on obtenait les données suivantes: épaisseur totale du dépôt, description de chaque strate du profil (i.e. épaisseur, humification, classification équivalente du Système canadien de classification des sols, anomalies). Des échantillons furent également prélevés sur toute la gamme des types de site écologiques pour en faire l'analyse des métaux lourds, des éléments nutritifs et du pH. De plus, les propriétés énergétiques furent obtenues pour les tourbes à décomposition supérieure à H4 (échelle von Post).

Lorsque cette étude sera terminée, tous les dépôts de tourbe de plus de 1 ha seront cartographiés à une échelle de 1:15,840 et l'information sur les dépôts sera cataloguée. Environ 50% de

l'île est présentement cartographiée, ce qui comprend 53,047 dépôts couvrant une superficie de 623,700 ha. On estime que cette région comporte 10.9 milliards de mètres cubes de tourbe dont 49% du volume total est fibrique, 49% mésique et seulement 1% humique. L'inventaire devrait être complété d'ici 1984.

On estime que l'Ontario a 21% de la superficie des tourbières canadiennes, cependant aucun inventaire à grande échelle des stocks de tourbe n'a été effectué dans le passé. Pour combler cette lacune, Telford affirme que l'on vient de mettre sur pied un inventaire provincial, qui se déroulera en deux étapes. Dans un premier temps, on procèdera à l'inventaire sur une base globale. A ce stade, toutes les tourbières seront cartographiées au niveau de reconnaissance par la télédétection. Dans un deuxième temps, les tourbières qui démontrent un potentiel de développement seront évaluées au moyen de méthodes de laboratoire et de terrain semblables à celles utilisées au Nouveau-Brunswick. Le programme actuel a été initié par le Ontario Geological Survey et est une partie intégrante du Hydrocarbon Energy Resources Program (HERP) subventionné de 1981-86 par le Ontario Board of Industrial Leadership and Development (BILD).

Avant l'inventaire, on a procédé à une revue de l'industrie de la tourbe ainsi qu'à l'évaluation préliminaire des ressources en tourbe de la province. Les résultats de cette étude sont consignés dans le rapport "An Evaluation of the Potential of Peat in Ontario" (Monenco Ont. Ltd.(1981)[2]). Les données compilées

évaluent la superficie des tourbières à 26 millions d'hectares, dont 9.9 millons sont situés au sud de la zone discontinue de pergélisol.

Pour la plus grande partie de l'Ontario, on ne peut entreprendre que la reconnaissance régionale des tourbières, préférablement à l'aide d'un système de télédétection rapide et peu coûteux. L"Applicon Mapping System, développé par l'Ontario Centre for Remote Sensing (OCRS) et mis à l'épreuve lors de la cartographie des terres basses de la Baie d'Hudson, est un tel système. Il permet de classifier les terres humides à l'aide des valeurs obtenues par imagerie Landsat, valeurs qui sont basées sur les propriétés refléchissantes de la végétation. Le système fut décrit en détail par Cowell et al. De nombreux essais sur le terrain ont fait partie de la vérification du système et les résultats semblent prometteurs. L'exposé présenté en atelier en souligne les avantages suivants pour produire des cartes thématiques:

- La méthode de cartographie par ordinateur basée sur LANDSAT est beaucoup plus flexible que les méthodes de cartographie conventionnelles,car elle peut produire des cartes d'une région donnée à l'échelle désirée, ou à toute fin pratique, de 1:250,000 à 1:50,000.
- Contrairement aux cartes conventionnelles ayant des lignes pour séparer les thèmes, cette méthode produit une carte sans lignes, sur laquelle l'utilisateur peut identifier les

différents thèmes selon ses besoins particuliers grâce à la couleur.

- Réunies à des renseignements d'ordre biologique sur les habitats de diverses espèces fauniques, elles peuvent être utilisées pour produire des cartes illustrant les territoires d'été et d'hiver du caribou ou des sites propices à la nidification de la Bernache canadienne, par exemple.
- Les données écologiques de ces cartes peuvent être combinées à de l'information sur les caractéristiques environnementales d'un écosystème pour illustrer par des courbes de niveau des facteurs tels que le pH, la profondeur de la nappe phréatique ou la profondeur de la tourbe.

Les auteurs prétendent que les cartes produites à l'aide de Landsat peuvent être utilisées au sein de recherches intégrées sur les tourbières. Les types d'écosystèmes fondamentaux compris dans les tourbières et relevés sur les cartes peuvent servir de base en vue de l'échantillonnage pour une multitude de conditions biotiques ou abiotiques. La caractérisation des horizons de tourbe avec les différents degrés d'humification, les profondeurs de tourbe, l'évolution des volumes de tourbe pour différentes catégories d'humification, ainsi de suite, peuvent être inclus. Présentement, l'Ontario Centre for Remote Sensing travaille sur la production de cartes à l'échelle 1:250,000 pour couvrir toute la région des terres basses de la baie d'Hudson, soit une superficie de 325,000 km. carrés. De plus, les rapports de

synthèse des données recueillies sur le terrain pendant l'inventaire sont dans les phases préparatoires à la publication.

En 1982, le système Applicon sera également testé dans les régions plus au sud du bouclier précambrien et dans la région des Grands Lacs - basses terres du St.-Laurent. S'il s'avère un succès, on prévoit utiliser le système pour faire la reconnaissance de toutes les tourbières ontariennes, travail d'environ trois ans. En 1982 également, plusieurs tourbières au sud et au nord de l'Ontario seront cartographiées selon des méthodes plus traditionnelles. L'objectif de ces activités est de délimiter les régions de tourbières et les volumes de tourbe propices à diverses applications dans les domaines énergétique et non énergétique. Telford mentionne que vers la fin des années 1980, toutes les tourbières ontariennes devraient être cartographiées, au moins au niveau reconnaissance. De plus, l'évaluation de la superficie, du volume et de la qualité de la tourbe devrait être complétée pour les tourbières considérées prioritaires au point de vue développement.

Environ 11% de la superficie des tourbières canadiennes se retrouve au Québec, et ici, on s'intéresse à cette ressource depuis plusieurs décennies déjà. Toutefois, aucun inventaire n'a encore été entrepris à l'échelle de la province. L'exposé de Gilbert résume les inventaires des ressources de tourbe et les inventaires écologiques des terres qui ont eut lieu au Québec dans le passé. Ces derniers comprennent les inventaires autres

que ceux ayant pour objet d'évaluer des volumes de tourbe. Dans le domaine de la tourbe, le ministère de l'Energie et des Ressources est celui qui à démontré le plus d'intérêt. En effet, depuis quinze ans, ce ministère fait la compilation de données sur les tourbières de plus de 100 ha situées dans la vallée du Saint-Laurent dans le but d'évaluer le potentiel en tourbe de mousse de cette région. Toutefois, depuis 1977, l'inventaire comprend aussi l'évaluation des couches de tourbe plus humifiées. Hydro Québec a entrepris un inventaire systématique de la tourbe dans les régions au sud de la 51ième parallèle, avec comme objectif de localiser les dépôts de tourbe combustible ayant un potentiel commercial. Ce programme est divisé en trois étapes:

- Une vue d'ensemble de la partie sud du Québec.
- Des inventaires plus élaborés dans les régions à pourcentage élevé de tourbières.
- Les sites désignés comme ayant du potentiel feront l'objet d'études détaillées sur le terrain.

En 1982, la première étape est presque complétée. Les cartes résultantes vont illustrer toutes les tourbières disponibles pour des fins commerciales. Pour des fin pratiques, l'inventaire a exclu les tourbières boisées à plus de 25%, ainsi que les dépôts inférieurs à 100 ha. Jusqu'à présent, dans les cadres de l'étude, 800,000 ha ont été délimités. Lors de la deuxième étape, les efforts seront consacrés à l'analyse des conditions climatiques des sites, à la cartographie de la physionomie

végétale, aux sondages en vue d'effectuer des estimations de volume et à des études socio-économiques régionales. Dans une optique de développement, l'étape trois comportera l'étude détaillée des sites ayant un potentiel thermique en vue de la génération d'électricité. Les étapes deux et trois ont été complétées pour la région du Lac Saint-Jean, ce qui représente une superficie de 20,000 ha. L'Ile d'Anticosti a également été étudiée en détail.

Gilbert traite aussi d'autres travaux d'inventaire des réserves de tourbe réalisés à plus petite échelle, ainsi que des études écologiques détaillées des terres humides entreprises à la Baie James et dans d'autres régions. L'étude à grande échelle qui s'est faite à la baie James s'est basée sur la photo-interprétation, appuyée par des vérifications étendues sur le terrain. Les cartes furent produites à l'échelle 1:125,000. Toutefois, cette approche s'est avérée dispendieuse et on suggère plutôt l'utilisation de l'imagerie satellitaire, qui pourrait réduire le coût de telles études.

Nous retrouvons peu d'activités reliées à des inventaires à grande échelle des tourbières ou de la tourbe dans les provinces de Saskatchewan, d'Alberta ou de Colombie-Britannique. Dans leur exposé, Moon et Selby décrivent les activités d'agences qui travaillent sur les terres humides en Colombie-Britannique. La plupart des données sont obtenues indirectement à partir d'autres études. Moon et Selby ont développé un concept de classification

des systèmes humides de la Colombie-Britannique. Dans la région de Caribou-Chilcotin, neuf de ces systèmes furent définis. On retrouve à la Figure 2 un exemple de cette approche. Les auteurs suggèrent que leur méthode serve de base aux inventaires systématiques futurs. En étudiant le Tableau 1, on remarque que l'Alberta et le Saskatchewan comportent tous deux une assez grande superficie de tourbières (12% et 9% respectivement); cependant, peu est connu de la morphologie des dépôts ou des caractéristiques physiques et chimiques de la tourbe. Cette lacune d'information de régions majeures du Canada va rendre difficile le développement d'un inventaire préliminaire au niveau national. Dans le but de combler cette lacune, le Forum sur la tourbe a mis en oeuvre plusieurs projets de recherche visant à acquérir des données de base d'une tranche représentative des types de tourbe. Avec l'information ainsi obtenue, combinée aux données provenant d'études plus détaillées, nous devrions être en mesure de produire une carte d'inventaire préliminaire d'ici 1985.

La première étude de ce genre, entreprise par Zoltai en 1981, avait comme objectif l'obtention de données de base sur une série de tourbières à travers les provinces des prairies. Dans son exposé d'atelier, Zoltai résume les objectifs de son étude et explique de façon détaillée les résultats de la première année de travaux sur le terrain en Alberta:

Des études portant sur la dynamique des tourbières furent

> entreprises dans les provinces des prairies afin de recueillir des données de base pour des relevés de reconnaissance. Lors de telles études multi-disciplinaires, différents types de terres humides sont identifiés et de plus, on procède à la description et à l'échantillonnage de la végétation et de profils de tourbe. Les propriétés chimiques et physiques de la tourbe sont déterminées. Les résultats préliminaires résultant de notre première année de travaux en Alberta démontrent qu'au centre de la province, le taux d'accumulation moyen de la tourbe à long terme est d'environ 0.55 mm/année, avec une augmentation de la matière sèche de 50-60 g/m^2/année. Les associations végétales identifiées d'après les macrofossiles sont semblables à celles que l'on retrouve présentement dans cette région.

Par ailleurs, des études furent aussi mises sur pied en 1982 au Québec, au Labrador et en Colombie-Britannique. Au Labrador, on prévoit faire l'essai du système Applicon afin de déterminer ses applications possibles dans cette région.

Aux Territoires du Nord-Ouest, où se retrouvent les plus grandes étendues de tourbières aux Canada (23%), les gouvernements ont démontré peu d'intérêt dans l'entreprise d'études dans ce domaine. Les données obtenues au moyen d'agences telle la Commission pédologique du Canada sont très sommaires. Il est à souhaiter que des projets de recherche sur les tourbières de ces Territoires soient mis sur pied par l'entremise du Forum sur la tourbe.

RESUME

Il se déroule actuellement un si grand nombre d'activités pour recueillir des données sur les tourbières et la tourbe que le premier atelier sur les méthodes d'inventaire était essentiellement une réunion destinée à présenter et à partager des informations. Il est ressorti des discussions qu'aucune approche, ni aucun système de rassemblement des données, ne pourrait être imposé à l'échelle nationale, et que de toute façon, cela ne serait pas nécessairement souhaitable. Les besoins sont variables, mais il existe tout de même des points communs à la plupart des méthodes de relevé et d'inventaire.

Deux catégories générales de données font l'objet de recherches et de compilations. La première regroupe les données sur les réserves de tourbe et répond à des questions telles les suivantes: Quelle est la superficie de la tourbière? Quel est le volume de la tourbe? Quelles en sont les caractéristiques (pH décomposition, etc.)? Quelles sont les contraintes à leur mise en valeur (pourcentage de forêts, pourcentage d'eau en surface, accessibilité, etc.)? Le deuxième genre de données est relié à la compréhension de la dynamique des tourbières et de la tourbe. Ce groupe comprend les données relatives aux questions suivantes: Quelles en sont les principaux types (i.e. tourbière ombrotrophe (bog), fen)? Pourquoi existent-elles? Quelles sont leurs

caractéristiques propres (i.e. configuration des mares, chimie et physique de la tourbe, physionomie végétale)? Quels sont leurs attributs en tant qu'habitat? Avec l'une ou l'autre approche, il faut compartimenter les données et trouver des moyens efficaces d'emmagasiner et de cartographier les informations de sorte qu'elles soient sous une forme facilement utilisable lors de la planification des ressources.

Les données recueillies à des fins de définition des réserves de tourbe ou de la dynamique des tourbières ne sont en aucun cas mutuellement exclusives. Le responsable des relevés sur les tourbières en vient rapidement à utiliser une classification pour distinguer les types de tourbe. Dans l'inventaire à Terre-Neuve, la répartition des types selon des critères écologiques facilite le rassemblement des données sur les volumes de tourbe. Au Nouveau-Brunswick, les données ont été recueillies afin d'améliorer la compréhension des divers types de tourbe; la banque de données ainsi obtenue peut servir à des fins d'interprétation écologique.

Il est nécessaire d'intégrer les activités de relevé à l'inventaire ou à la classification des tourbes. En entreprenant un nouvel inventaire, l'Ontario devrait viser à cette intégration en faisant collaborer les responsables des relevés et les spécialistes des tourbières. Ainsi, le travail deviendra multidisciplinaire et plus rentable.

Les objectifs du Forum sur la tourbe (Peat Forum) devraient être atteints au mileiu des années 1980. En 1985, nous devrions pouvoir publier les premières cartes d'inventaire des tourbières au Canada. Naturellement, certaines régions ne seront pas décrites de façon détaillée.

En 1985, des techniques peu coûteuses, comme l'utilisation de l'imagerie satellitaire pour la reconnaissance, devraient également être bien implantées. Afin d'aider à atteindre ces objectifs, de nouvelles études ont été mises en oeuvre et en 1984, un deuxième atelier national se déroulera pour mettre à jour les méthodes d'inventaire de la tourbe et des tourbières.

REFERENCES

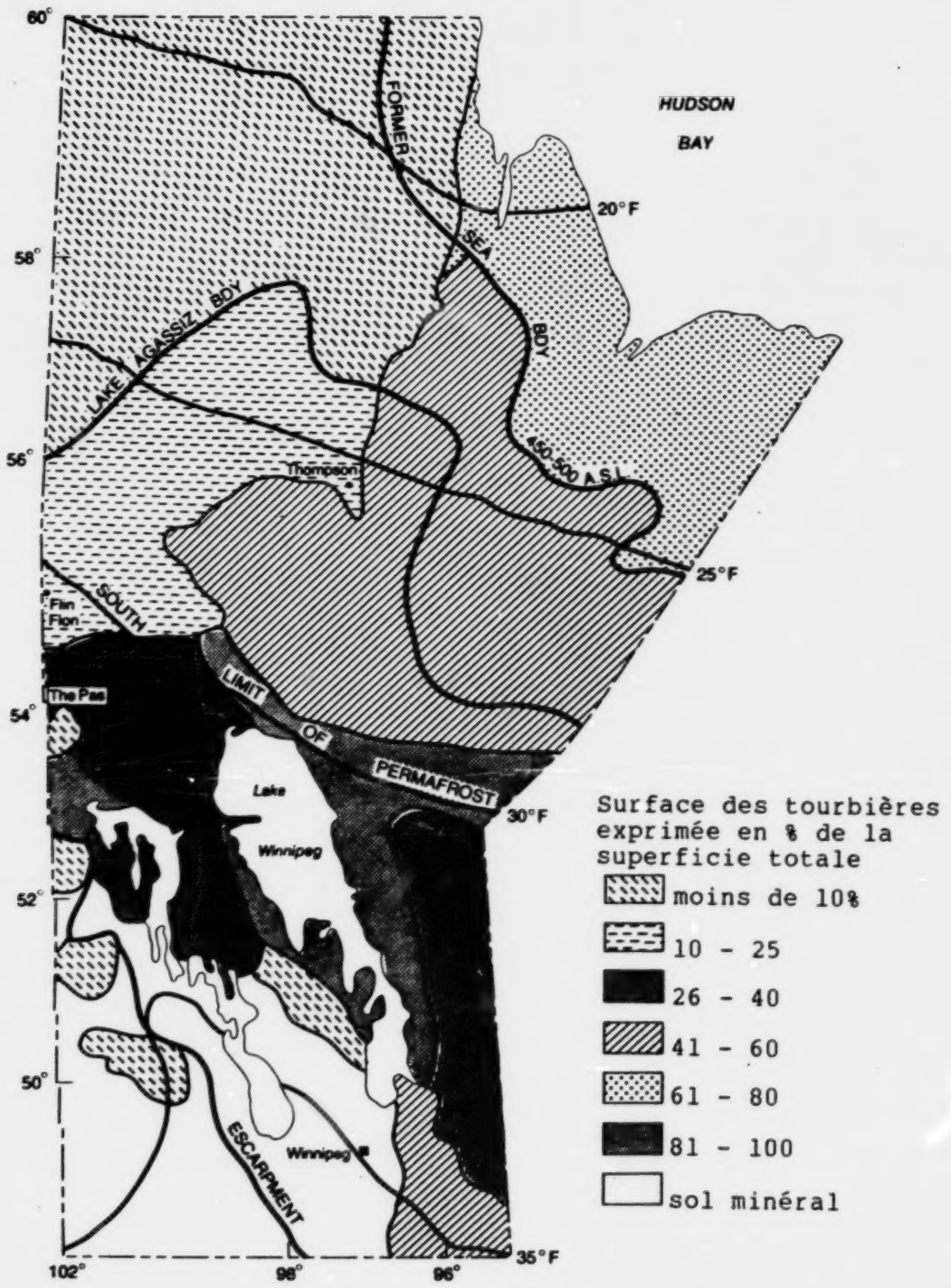
1. TARNOCAI, C.
1980. Canadian Wetland Registry. Proceedings of a workshop on Canadian Wetlands. Ed. C.D.A. Rubec and F.G. Pollett. Ecological Classification Series No.12, pp. 9-38.

2. MONENCO ONTARIO LTD.
1981. Evaluation of the Potential of Peat in Ontario - Energy and Non-Energy Uses. Ministry of Natural Resources, Mineral Resources Branch, Occasional Paper No. 7, 193 p.

TABLEAU 1. LA SUPERFICIE ET LA DISTRIBUTION EN POURCENTAGES DES TOURBIERES AU CANADA ET PAR PROVINCES ET TERRITOIRES
(dérivé de la banque de données informatisée CanSIS)

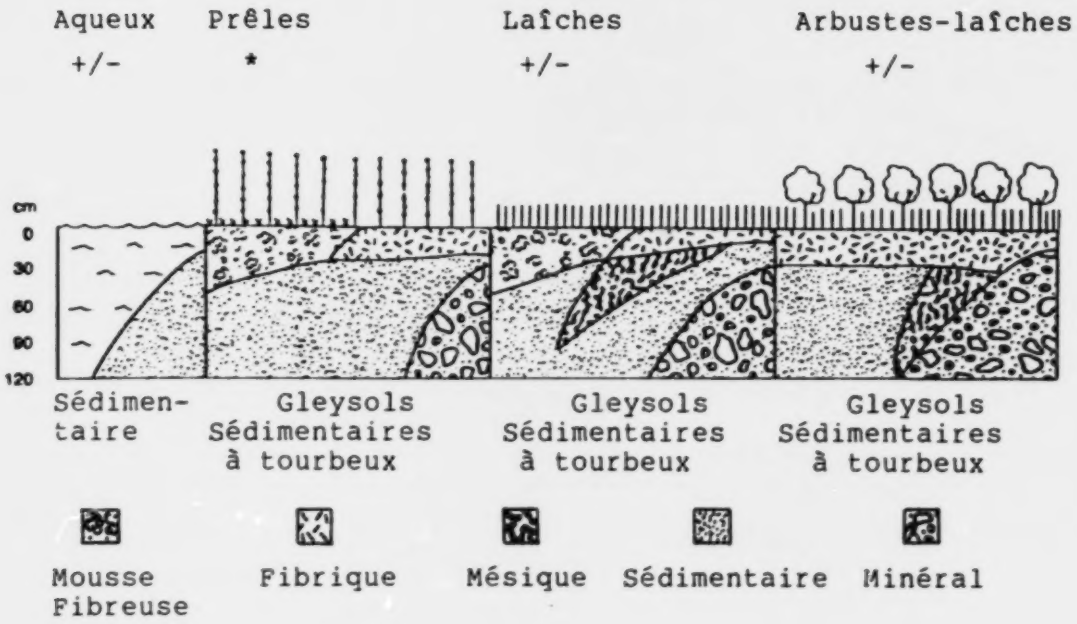
	Superficie en tourbières (ha)	% des tourbières par rapport à la superficie totale		% de la superficie totale des tourbières par provinces et et territoires
		Superficie des étendues d'eau exclue	Superficie des étendues d'eau incluse	
Alberta	12 672 900	20	19	12
Colombie-Britannique	1 289 500	1	1	1
Manitoba	20 664 200	38	32	19
Nouveau-Brunswick	803 700	11	11	*
Terre-Neuve	2 429 300	6	6	2
Territoires du Nord Ouest	25 111 100	8	7	23
Nouvelle-Ecosse	137 000	2	2	*
Ontario	22 555 100	25	21	21
Ile-du-Prince-Edouard	3 000	*	*	*
Québec	11 712 700	9	9	11
Saskatchewan	9 309 500	16	14	9
Territoire du Yukon	1 298 400	3	3	1
Canada	107 986 400	12	11	

*Moins de 1%



Distribution des tourbières dans la province du Manitoba

FIGURE 2. LE SYSTEME DU LAC ANAHIM DANS LA REGION CARIBOO-CHILCOTIN DE LA COLOMBIE-BRITANNIQUE, TEL QUE DEFINI PAR MOON ET SELBY.



DESCRIPTION

Le système du lac Anahim comporte une composante (20% de la superficie) à dominance de prêles ou de prêles et de mousses au-dessus d'un dépôt non flottant de tourbe de mousse ou de tourbe sédimentaire. Suite à la composante prêle se retrouve une composante à dominance soit de laîches ou de laîches et d'arbustes, qui se présente soit sur les mêmes types de sols ou sur des dépôts mésiques dérivés de laîches, qui résultent de l'empiétement des bordures plutôt que du remplissage de bassin. Une composante variant de laîches aux herbacées tolérantes à l'eau peu également être présente, quoique peu fréquemment.

CARACTERISTIQUES SECONDAIRES

Le système du lac Anahim démontre le remplissage de bassin caractéristique, et dans ce sens, ce système ressemble à celui du lac Nazko. Toutefois, contrairement à ce dernier, il n'est ni flottant, ni sursaturé, de sorte que la surface peut être inondée sur des périodes prolongées.

CARACTERISTIQUES PRINCIPALES

Le système du lac Anahim doit être constitué d'une composante à dominance de prêles sise sur des dépôts sédimentaires organiques (sur au moins 20% de sa superficie). Une composante à dominance de mousses, flottante ou sursaturée ne peut être présente, autrement le système serait classifié comme le lac Nazko.

ANNEXE A

LISTE DES EXPOSES PRESENTES LORS DE L'ATELIER NATIONAL SUR LES METHODOLOGIES D'INVENTAIRE DES TOURBIERES

1. COWELL, D.W., BOISSONNEAU, A.N., JEGLUM, J.K., WICKWARE, G.M. and SIMS, R.A.
   Hudson Bay Lowland inventory.

2. FULTON, R.
   Mapping of peat deposits in geological surveys.

3. GILBERT, G.
   Update on the Quebec peatland inventories.

4. KEYS, D.
   Summary of the techniques used in the inventory of the peatlands of New Brunswick.

5. MILLS, G.
   Peatland inventories in Manitoba.

6. MOON, D.E. and SELBY, C.J.
   Wetland systems of the Cariboo-Chilcotin Region of British Columbia.

7. OLSON, D.J. and JOHNSON, R.L.
   Minnesota's peatland inventory.

8. RUBEC, G.D.A. and MOORE, J.E.
   Wetland land use monitoring in Canada

9. TARNOCAI, C.
   Peatland survey methodology used in soil surveys.

10. TELFORD, P.G.
    Peat Resource Evaluation Program, Province of Ontario.

11. TIBBETTS, T.
    The Peat Forum and the Peat for Energy and Chemicals R and D Program.

12. WELLS, E.D. and HIRVONEN, H.
    Reconnaissance survey of peatlands in Labrador.

13. WELLS, E.D. and DAWE, E.
    Peatland inventory in Newfoundland: methodology and applications.

14. ZOLTAI, S.C.
    Peatland ecology studies in the Boreal Wetland Region.

METHODE D'INVENTAIRE DE LA TOURBE A PARTIR DES DONNEES LANDSAT ET DE LA CARTOGRAPHIE PAR ORDINATEUR

A METHOD FOR PEAT INVENTORY BASED ON LANDSAT DATA AND COMPUTERIZED MAPPING

Dr. S. Pala
Centre de télédétection de l'Ontario
Ministère des ressources naturelles
Section des levés et de la cartographie
Toronto,Ontario

RESUME

Les données du LANDSAT permettent d'identifier facilement les types de terres humides, les tourbières hautes étant les plus évidents. Grâce à l'expérience acquise lors de la cartographie des terres humides de la partie ontarienne des basses-terres de la Baie d'Hudson et de la Baie James, et des tourbières hautes de la région du Bouclier canadien de la province, le Centre de télédétection de l'Ontario a mis au point une méthode efficace, basée sur les données de LANDSAT, pour répertorier les ressources en tourbe. On peut utiliser deux approches distinctes, selon l'objectif du levé. L'interprétation visuelle de l'imagerie satellitaire de LANDSAT est suffisante pour délimiter les tourbières et obtenir la superficie couverte par chaque type (i.e. découverte, arborée, à herbacées ou à hypnacées); il faut toutefois avoir recours à une classification numérique conforme au quadrillage UTM. Une carte des résultats est dressée, moins de quelques heures après l'achèvement de l'analyse, à l'aide d'un traceur automatique, en couleur. Cette carte sert à établir un programme d'échantillonnage sur le terrain pour les évaluations des volumes de tourbe. Des transects sont établis pour obtenir des données de profondeur de la tourbe et de vitesse de décomposition dans chaque tourbière. Les données sur le terrain sont ensuite combinées aux données sur la superficie des terres humides pour faire une estimation du volume de tourbe.

Cet article détaille les méthodes d'analyse, de cartographie et d'échantillonnage sur le terrain et donne une estimation du coût de la méthode.

ABSTRACT

Through its programs to map the wetland types of the Ontario portion of the Hudson Bay-James Bay Lowlands and of the Canadian Shield of the province, the Ontario Centre for Remote Sensing has developed an effective method based on LANDSAT data for the regional inventory of peat resources.

A preliminary delineation of wetlands is provided by a geometrically-corrected colour composite map printed from the digital LANDSAT data using a computerized colour plotting system. A digital classification is then performed to identify the location and extent of wetland types (e.g., open bogs,types of treed fen and black spruce-alder swamp.) A map is printed from the results of this classification using the computerized colour plotter. This colour-coded map, produced at several different scales, provide a basis for pre-selecting field sampling sites.

This paper reports the results of a trial application of the new peat inventory method over a 1700 km^2 area of northern Ontario. Helicopter-aided spot sampling based on the LANDSAT-derived map was conducted over the entire area. Traditional transect sampling was carried out over a portion of the area, so that a comparison could be made between the two methods. This comparison indicates that spot sampling based on the LANDSAT-derived map produces results virtually identical to those produced by the transect sampling techniques, in approximately one-fifteenth (1/15) of the time and with a proportionate reduction in cost.

INTRODUCTION

De plus en plus, les ressources de tourbe au Canada retiennent notre attention en tant que source potentielle d'énergie. L'Ontario, avec ses grandes étendues de terres humides, est certes un endroit prometteur pour le développement de cette source d'énergie. Cependant, nous possédons peu d'information quant à la proportion des tourbières parmi ces terres humides, et nos connaissances de la profondeur et de la qualité de ces dépôts de tourbe sont limitées.

Deux estimations préliminaires ont déjà été produites pour évaluer l'importance des tourbières en Ontario: Tibbetts (1980)[1] avance 160,000 km^2 , tandis que Monenco Ontario Ltd. (1982)[2] propose 258,000 km^2 . La grandeur et le grand écart entre ces estimés démontrent clairement la nécessité d'avoir une évaluation

exacte des ressources de tourbe au niveau de cette province.

La méthode conventionnelle d'inventorier les tourbières consiste en la délimitation à partir de l'interprétation des photographies aériennes, suivie d'un échantillonage sur chacune des tourbières. Quoique efficace au niveau local, nous avons besoin d'une autre méthode plus rapide et moins dispendieuse afin d'inventorier à l'échelle régionale.

Le Centre de télédétection de l'Ontario (OCRS) a développé une nouvelle méthode, pratique au niveau régional, basée sur les deux techniques suivantes:

1. La cartographie par ordinateur des divers types de terres humides, suivi du calcul de la surface totale de chacun à l'aide de l'analyse digitale des données LANDSAT.
2. Prélèvement de quelques échantillons de terrain à partir des cartes produites par les données LANDSAT.

Cette étude présente les résultats de l'application de cette méthode sur une région de la Ceinture argileuse du nord de l'Ontario, et démontre son efficacité et son coût réduit, en comparaison avec les techniques d'évaluation conventionnelles.

REGION ETUDIEE

La région étudiée couvre 1700 km^2 de la Ceinture argileuse du

nord de l'Ontario et s'étend entre les latitudes 48°N et 49°N et les longitudes 81° 30'W et 82°30'W. A l'intérieur de cette surface on retrouve plusieurs tourbières et fens, variant de moins de 10 ha à plus de 2000 ha, pour une surface totale de 290 km^2 . Le sol minéral sous-jacent est principalement constitué de dépôts d'argile lacustre. Cette région n'est accessible que par hélicoptère, malgré le début récent de la construction de chemins de chantier.

CARTOGRAPHIE DES TYPES DE TERRES HUMIDES

L'imagerie satellitaire numéro 21649-15384, enregistrée par LANDSAT le 29 juillet 1979, fut choisie pour fin d'analyse digitale. Cette date correspond avec la saison où devait s'effectuer le travail de terrain et de plus, donne une bonne représentation des types de végétation rencontrés. A l'aide de l'interprétation visuelle des données LANDSAT, quelques sites témoins furent choisis, ces choix étant basés sur les connaissances de l'auteur des propriétés réfléchissantes propres à chaque type de terre humide. Le système d'analyse de l'image digitale du Centre de télédétection de l'Ontario a permis une classification de la région étudiée. Ces résultats de classification furent corrigés pour être conforme au quadrillage UTM de la National Topographic Series.

Deux types de cartes sont dressées à partir des données LANDSAT à

l'aide d'un traceur couleur du type Applicon. Ce traceur est une imprimante informatisée qui trace courbes et polygones à n'importe quelle échelle choisie, sur papier ordinaire retenu à un tambour rotatif. A l'aide de trois jets d'encre appliquant chacun une couleur de base, il est possible de reproduire 256 différentes teintes. L'OCRS a développé un logiciel qui permet au traceur Applicon d'imprimer une carte de forme standard avec latitude, longitude, quadrillage UTM, description du terrain et une légende, le tout, en moins de 15 minutes. A la figure 1, on retrouve une carte produite directement à partir des données LANDSAT et présentant une partie de la région étudiée. Cette carte corrigée au quadrillage UTM permet d'identifier facilement les tourbières, les fens, les types de boisés ainsi que les étendues d'eau. Cette forme de carte a servi à l'orientation et à la navigation sur le terrain puisque les cartes topographiques n'identifiaient pas adéquatement les terres humides et les photos aériennes étaient trop encombrantes. La figure 2 présente une carte thématique de la classification des types de terres humides dans cette même région. Parmi les douzes différents thèmes cartographiés, neuf étaient des terres humides. L'identification de ces divers types de terres humides, tel que décrit ci-bas, est basée principalement sur le système de classification développé par Jeglum et al(1974)[3].

Tourbière découverte et à herbacée

Tourbière découverte

Tourbière arborée - faible densité(5-10% de couverture)
- moyenne densité (10-25% de couverture)
- densité élevée(25% + de couverture)

Fen peu arboré (mésotrophe),(état de transition entre fen et la tourbière, où la sphaigne recouvre une grande proportion de la surface)

Fen arboré et riche en arbustes

Fen arboré et riche en herbacées

Marécage d'épinette noire et d'aulne

En plus de ces types de terres humides, deux types de forêts ont été cartographiés: les forêts de feuillus et les forêts d'épinette noire en terrain bas. Ces deux derniers ne sont pas essentiels puisque nous pouvons facilement délimiter les tourbières sans avoir à identifier les thèmes forestiers. Ces cartes localisent les terres humides en plus de nous indiquer les surfaces couvertes par les différents thèmes cartographiés.

Afin de vérifier l'exactitude de nos cartes, nous les avons comparées avec les surfaces de six tourbières déjà identifiées à l'aide de photographies aériennes à l'échelle 1:15,840. La différence en surface totale n'était que de 2%. De plus, en superposant une carte produite par LANDSAT et une photographie aérienne, les limites des tourbières choisies coïncidaient précisément. Il est donc évident que la méthode du LANDSAT est aussi exacte que la méthode conventionnelle pour délimiter les

terres humides et même préférable à cause de sa rapidité.

La classification des types de terres humides à l'intérieur de la superficie de 1700 km^2, et la cartographie aux échelles 1:100,000, 1:50,000 et 1:15,840 d'une surface de 290 km^2 ont requis 10 jours-hommes de travail. Cependant, pour délinéer les types de terres humides et déterminer leurs étendues, il serait nécessaire d'interpréter environ 370 photographies aériennes et par la suite cartographier ces données. Un minimum de deux mois-hommes seraient requis pour accomplir ce travail et une seule carte serait alors produite à l'échelle 1:15,840.

Les données recueillies durant cette étude nous indiquent qu'il est impossible d'obtenir une évaluation fiable des volumes de tourbe uniquement à partir des cartes, indépendamment de la méthode de cartographie. Nous avons observé des profondeurs variant de 1 à 4m dans des sites voisins à l'intérieur de la même tourbière ou fen.

ECHANTILLONNAGE DES TERRES HUMIDES

Le transport pour le travail de terrain s'est fait à l'aide d'un hélicoptère et nous avions les objectifs suivants:

1. Vérifier l'exactitude de l'identification des terres humides à partir des données LANDSAT;
2. Prélever quelques échantillons de tourbe en utilisant les

cartes produites à l'aide des données du LANDSAT;

3. Comparer les résultats d'échantillonnage avec ceux obtenus par la méthode traditionnelle dans une grande tourbière où on rencontre divers types de terres humides.

L'échantillonnage des deux méthodes, traditionnelle et basée sur le LANDSAT, a été fait avec un échantillonneur du type McCauley et selon les étapes qui suivent. Un botaniste, familier avec les types de terres humides, a cueilli, identifié et noté les spécimens de plantes et déterminé le type de terre humide selon l'espèce dominante. Des scientistes, spécialistes de l'identification des types de tourbe, ont prélevé des échantillons à des intervales de profondeur de 50 cm; ils ont déterminé le degré de décomposition selon l'échelle vonPost (1926)[4], la proportion de Carex, de Sphagnum, d'Eriophorum, d'arbres et d'arbustes présents dans la tourbe, et ils ont noté le pH de l'eau de surface et la teneur en eau des différentes couches de tourbe. La profondeur totale de la tourbière était mesurée et le sol minéral sous-jacent a été identifié.

La densité de la couverture arborée a été estimée à partir de deux ou trois lotissements de 100 m^2, à l'intérieur desquels on a noté le nombre et la hauteur des arbres, ainsi que la surface couverte par chaque arbre de plus de 1,5m de hauteur. La surface couverte est multipliée par le nombre d'arbres et ce produit est divisé par la surface du lotissement pour nous donner le pourcentage de

la couverture arborée. Les proportions de Carex et de Sphagnum recouvrant le sol ont été déterminées, la fréquence des élévations et dépressions, évaluée, et que la hauteur moyenne des élévations, mesurée. Des échantillons d'eau ont été prélevés pour la détermination de la teneur en calcium, ainsi que des échantillons de tourbe pour déterminer les contenus en cendres et en eau. Quelques échantillons ont été analysés en vu de déterminer les concentrations des minéraux traces.

Le long des transects, un échantillonnage complet était effectué régulièrement aux 300m; de plus, aux 100m, on mesurait la profondeur de la tourbière. Plusieurs points de sondage ont été sélectionnés afin d'obtenir une bonne représentation des divers types de tourbe cartographiés, pour étudier les plus grandes surfaces homogènes, et pour obtenir une bonne distribution des sites de prélèvement. A l'aide d'un hélicoptère, les quatre-vingts (80) échantillons prélevés de cette façon ont confirmé, dans la quasi totalité, les types de terres humides identifiés à partir des cartes dérivées du LANDSAT. L'étendue de chaque type était vérifié par comparaison visuelle à bord de l'hélicoptère. Les limites entre les fens et les tourbières étaient aussi bien définies sur le terrain que sur les cartes; cependant, la transition entre les tourbières riches en herbacées et les tourbières découvertes n'était pas toujours aussi fidèle. Il y avait parfois confusion avec les fens légèrement arborés. Pour fin d'inventaire, il n'est pas essentiel de faire la distinction entre ces types.

COMPARAISON DES METHODES D'ECHANTILLONNAGE

A partir de la carte couleur du LANDSAT, nous avons sélectionné une tourbière, d'une superficie de 6.3 km^2, regroupant tous les types de tourbières et fens mentionnés. Les quatre transects utilisés pour l'échantillonnage sont indiqués sur la photographie aérienne à l'échelle 1:15,840 de la figure 3. Même si nous pouvions identifier les fens, les tourbières découvertes et les tourbières boisées sur cette photographie, il est impossible de différencier les fens boisés des tourbières boisées, ainsi que les différents niveaux de densité du couvert arboré des tourbières. La figure 4 nous présente une photographie aérienne à l'échelle 1:60,000 de la tourbière choisie, où nous ne distinguons que quelques-uns des types identifiés. Cependant, la photographie dérivée du LANDSAT et imprimée à l'échelle 1:50,000 (figure 5) permet de différencier tous les types selon leur caractéristiques réfléchissantes. Il est donc possible de les classifier et de les cartographier (figure 6). Il est à noter qu'aucun site témoin, servant à l'établissement de cette méthode de classification, n'a été pris sur cette tourbière. L'exactitude dans la cartographie des types de cette tourbière est le résultat de notre nouvelle technologie. De plus, au tableau 1, nous retrouvons une description des divers types, y compris leur surface occupée. Cette information peut être produite par l'ordinateur quelques minutes suivant la classification complète et complémente la légende de la carte.

A la figure 3, on voit les 10 sites d'échantillonnage, qui ont permis de confirmer notre classification après seulement un jour de travail de terrain. On retrouve aux figures 7(a) à (c) des vues aériennes de quelques types identifiés. Une autre équipe de travail a mis 5 jours à compléter le levé selon la méthode du transect, ce qui exigeait le prélèvement de 28 échantillons complets et 48 échantillons de tourbe pour évaluer la profondeur.

Les résultats des deux méthodes sont résumés au tableau 2. Notre sondage s'est effectué en un cinquième du temps requis par l'autre équipe; cependant, il n'y a aucune différence significative entre les résultats des deux méthodes pour la détermination des profondeurs totales moyennes de la tourbière, ainsi que pour l'évaluation des épaisseurs de tourbe selon le degré de décomposition. La profondeur minimale est la même selon les deux méthodes, tandis que la profondeur maximale ne diffère que de 5 cm. Les profils de tourbe, interpolés à l'aide des échantillons prélevés le long de chaque transect, sont représentés aux figures 8(a) à (d). Les profondeurs sont illustrées par rapport à l'horizontal, qui ne représente pas fidèlement la surface du terrain, malgré une topographie assez uniforme.

Durant les 5 jours d'échantillonnage selon la méthode du transect, nous avons parcouru une distance de 7.5km, pour une moyenne de 1,5km par jour et le prélèvement de 5 à 6 échantillons complets par jour. On ne peut s'attendre d'augmenter ce rythme, puisqu'il est parfois difficile de se déplacer d'un site

d'échantillonnage à un autre.

Nous avons sélectionné 5 autres tourbières afin de comparer l'efficacité des deux méthodes pour l'évaluation des épaisseurs de tourbe. L'échantillonnage s'est effectué avec l'aide d'un hélicoptère afin de permettre un déplacement de 2 à 3 km par jour. Selon la méthode du transect, les sites de prélèvement étaient à un intervalle régulier de 100m. Le tableau 3 nous présente des résultats identiques selon les deux méthodes, pour la détermination des profondeurs moyennes. Les tableau 2 et 3 nous indiquent que la méthode du transect n'apporte aucune information additionnelle à la méthode LANDSAT en ce qui touche les valeurs se rapportant à un dépôt de tourbe donné.

DISCUSSION

D'après la comparaison que nous venons de faire, il est possible d'évaluer l'efficacité de ces deux méthodes d'inventaire de tourbe au niveau régional.

A l'intérieur de la superficie de 1700 km^2 étudiée, on retrouve plus de 290 km^2 de tourbière. Si nous excluons les tourbières boisée à forte densité, il nous reste 200 km^2 que nous avons échantillonnés selon notre méthode en moins de 10 jours. Si l'on considère les 5 jours requis pour couvrir les 4 transects de la tourbière expérimentale (6.3 km^2) selon la méthode conventionelle, par extrapolation, il serait possible

d'inventorier cette superficie de 200 km ^{2} dans un minimum de 150 jours. Une étude préparée par la Peat Consultants Finland Oy (1982) [5], estime de 1 à 2 semaines le temps nécessaire à un levé d'une surface de 100 hectares selon la méthode du transect. Tout en étant optimiste, on complèterait l'inventaire de cette surface de 200 km ^{2} dans environs 200 semaines (plus de 4 ans). Le but d'un échantillonnage préliminaire est d'établir les bases pour la sélection des tourbières en vue de l'extraction.

Les résultats de notre étude démontrent que le sondage basé sur les données LANDSAT est aussi juste que la méthode de levé du transect, et ce dans environ un quinzième (1/15) du temps. Puisque la majorité des levés de tourbières de l'Ontario s'effectueraient dans des régions accessibles seulement par hélicoptère, les coûts d'accès seraient sensiblement les mêmes pour les deux méthodes. On peut donc estimer que les coûts de la méthodes d'échantillonnage dérivée des données LANDSAT soient 1/15 de ceux de la méthode du transect.

CONCLUSION

Aucun dépôt significatif de tourbe, avec un niveau de décomposition supérieur à 5 à l'échelle vonPost, n'a été rencontré dans la région de 200 km^2 étudiée. Puisqu'un niveau de 6 est le minimum requis pour l'utilisation à des fins énergétiques, la tourbe de cette région se prêterait plutôt à un

usage agricole. Nous avons toutefois rencontré quelques petits dépôts isolés de tourbe plus humifiée, 6 à 7 à l'échelle vonPost.

Attendu que nous retrouvons seulement une faible proportion de tourbe humifiée dans ces régions, nous pouvons tirer deux conclusions:

1. La méthode la plus rapide et la moins dispendieuse devrait être utilisée pour localiser les dépôts de tourbe humifiée;
2. Les estimés préliminaires des réserves de tourbe humifiée en Ontario semble être irréalistes.

REMERCIEMENTS

Cette étude fut subventionnée par l'Ontario Geological Survey.

Dr. John Jeglum du Great Lakes Forest Research Centre et Arthur Boissonneau du Centre de télédétection de l'Ontario ont rassemblé et évalué les données botaniques, en plus de déterminer les types de terres humides durant le travail de terrain. Sans leur expertise, cette étude n'aurait pu être complétée.

L'auteur désire remercier le personnel scientifique du Centre de télédétection de l'Ontario et de l'Ontario Geological Survey pour leur contribution au travail de terrain.

REFERENCES

1. TIBBETTS, T.E.
1980. A Canadian approach to Peat Energy. IGT Symposium on Peat as an Energy Alternative, Arlington Va., U.S.A.

2. MONENCO ONTARIO LIMITED
1981. Evaluation of the Potential of Peat in Ontario - Energy and Non-Energy Uses. Ministry of Natural Resources, Mineral Resources Branch, Occasional Paper No. 7, 193 pp.

3. JEGLUM, J.K., BOISSONNEAU, A.N. and HAAVISTO, V.F.
1974. Toward a Wetland Classification for Ontario. Can. Forestry Service. Department of the Environment. Sault Ste. Marie, Ontario. Inf. Rep. O-X-215.

4. VON POST, L. and GRANLUND, E.
1926. Sodra Sveriges Tortvilgangar. Svieges Geol. Indus. Ser. C. No. 335.

5. PEAT CONSULTANTS, FINLAND, OY.
1982. Peatland Survey as Means for Peat Production Planning. Energy from Peat Symposium. April 1982. Toronto sponsored by the Finnish Foreign Trade Association.

TABLEAU 1. DISTRIBUTION DES SURFACES DE CHACUN DES TYPES IDENTIFIES ET CARTOGRAPHIES A LA FIGURE 6

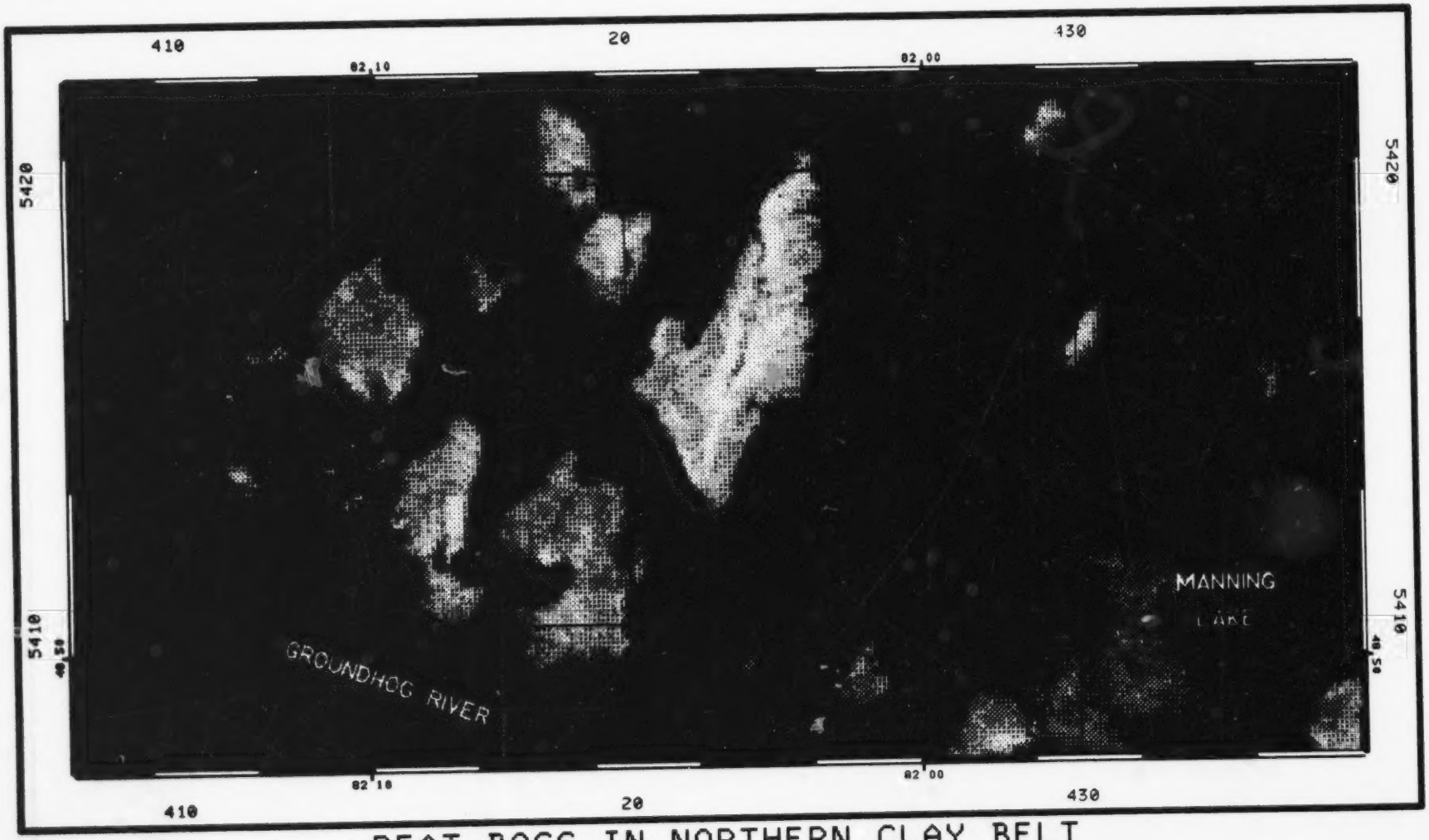
Fichier	Thème	Pixels	Hectares	Pourcentage	12546.0 Pixels
1	1	0.	0.0	0.0	eau
1	2	540.	135.0	4.3	tourbière découverte à herbacées
1	3	435.	108.8	3.5	tourbière découverte
1	4	245.	61.3	2.0	tourbière légèrement arboré
1	5	726.	181.5	5.8	Entremêlement tourbière-fen peu arboré
1	6	131.	32.8	1.0	tourbière moyennement arborée
1	7	167.	41.8	1.3	tourbière très arborée
1	8	2133.	533.3	17.0	marécage d'épinette noire et d'aulne
2	1	206.	51.5	1.6	fen arbustif
2	2	89.	22.3	0.7	fen arboré et à herbacée
2	3	230.	57.5	1.8	feuillus et aulne dense
2	4	7635.	1908.8	60.9	forêt d'épinette noire en terre basse
		9.	2.3	0.1	non classifié
		0.	0.0	0.0	classification multiple
		12546.	3136.5	100.0	Total

TABLEAU 2 COMPARAISON DES RESULTATS DE L'ECHANTILLONNAGE DES TRANSECTS ET DES POINTS DE SONDAGE DE LA TOURBIERE ETUDIEE

levé	étendue étudiée	durée de l'échantillonnage	nombre d'échantillons en profondeur	Profondeur min. cm	Profondeur max. cm	Profondeur moy. cm	nombre d'échantillons complets	épaisseur moyenne des couches humifiées d'après l'échelle von Post (cm) H 1-3	H 4	H 5	H 6
méthode du transect (4 transects)	6.3	5 jours	76	50	230	173	28	100	56	(3 sites) 20	(1 seul site) 5
sondage basé sur les cartes LANDSAT	6.3	1 jour	10	50	225	163	10	104	40	(1 seul site) 50	(1 seul site) 75

TABLEAU 3 COMPARAISON DES EPAISSEURS DE TOURBE SELON L'ECHANTILLONNAGE DES TRANSECTS ET DES POINTS DE SONDAGE

Echantillonnage des transects (mesure en profondeur aux 100 m)						Sondage par hélicoptère (échantillon complet à chaque site)									
étendue étudiée (hectares)	nombre d'échantillons	durée (jours)	Profondeur min. cm	max. cm	moy. cm	nombre d'échantillons	durée (jours)	Profondeur min. cm	max. cm	moy cm	Epaisseur moyenne des couches humifiées d'après l'échelle von Post (cm) H 1-3	H 4	H 5	H 6	H 7-10
1300	24	1	80	240	178	10	1	120	300	178	120	52	50	30	--
786	46	2	30	335	188	9	1	80	260	182	93	62	10	--	--
803	40	2	35	560	295	10	1	85	400	285	170	55	33	36	--
2019	23	1	150	410	294	11	1	160	450	341	168	128	--	10	52
2731	33	2	30	285	162	5	1/2	100	300	180	123	73	30	--	--



PEAT BOGS IN NORTHERN CLAY BELT

COLOUR COMPOSITE MAP OF LANDSAT DATA

PREPARED AT O.C.R.S.

SCALE 1:125000

BAND 4

Figure 1 Carte couleur produite à l'aide des données LANDSAT d'une partie de la région étudiée. Les teintes pâles indiquent les tourbières et les fens; les teintes foncées, les forêts d'épinette noire; et le rouge foncé indique les forêts de bois franc.

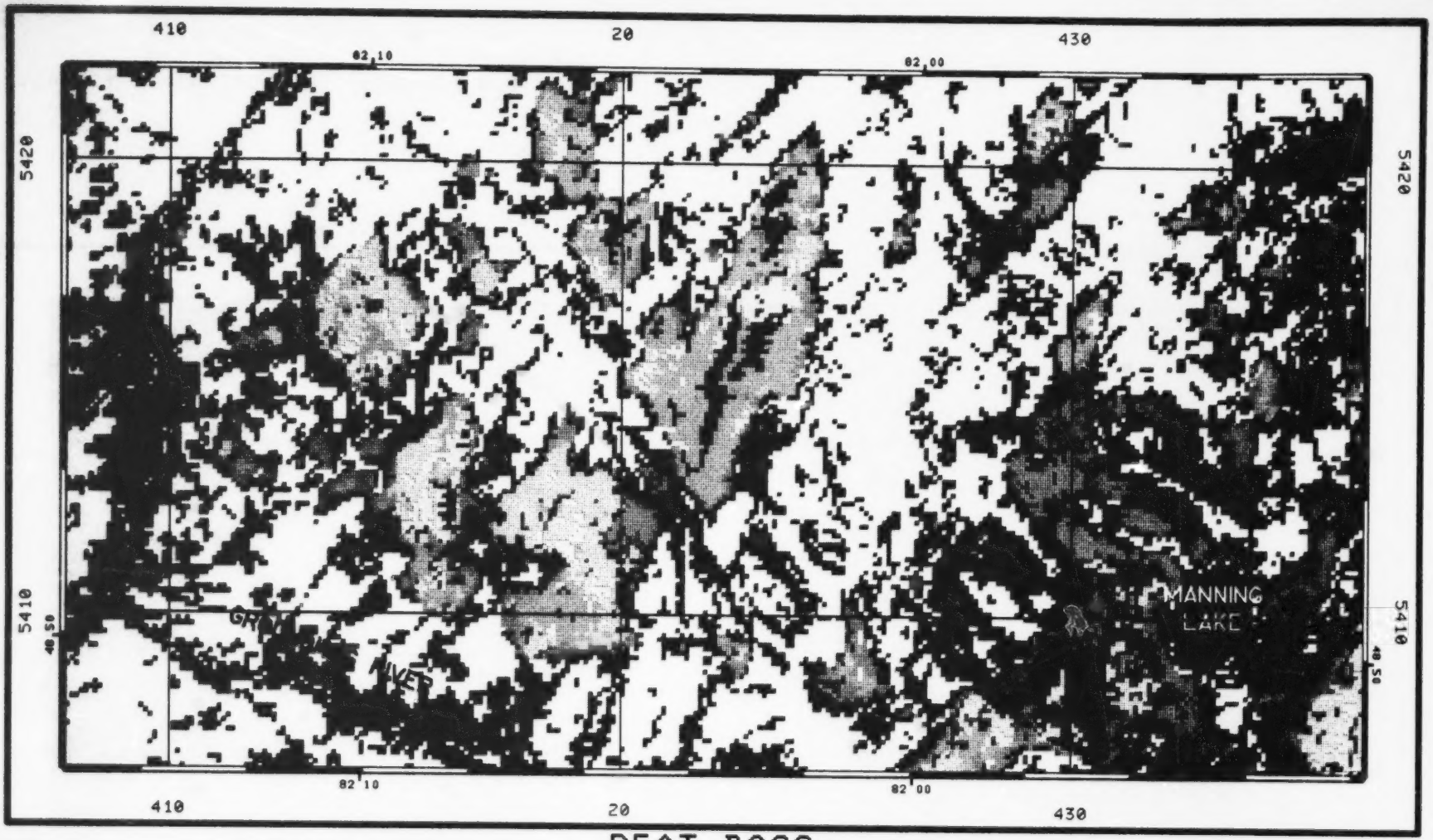


Figure 2 Carte thématique montrant l'étendue et la distribution des types de terres humides d'une grande partie de la région étudiée. Après l'analyse digitale des données LANDSAT, on peut imprimer cette carte en 5 minutes.

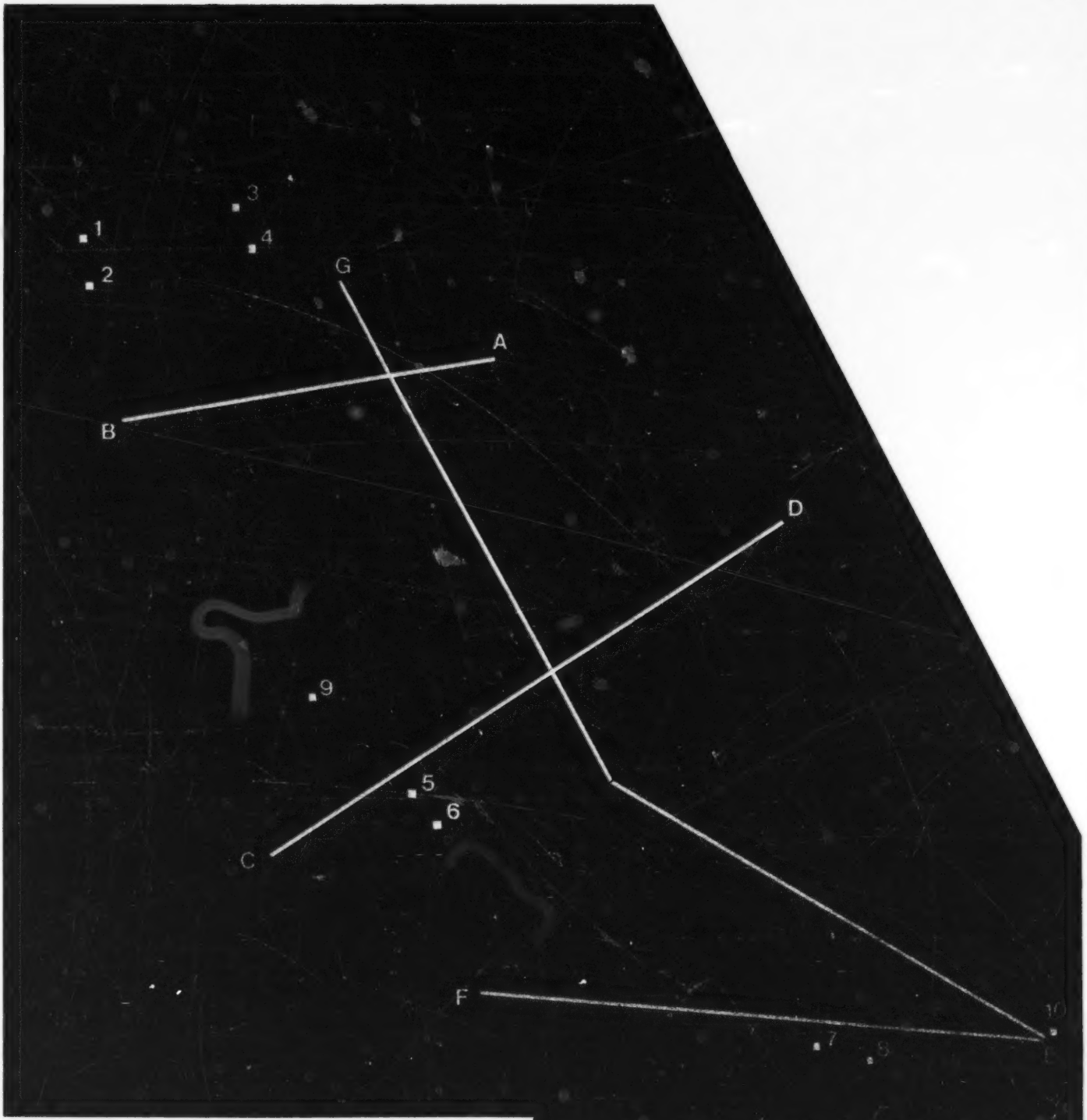


Figure 3 Photographie aérienne à l'échelle 1:15840 (format standard utilisé pour l'inventaire des forêts en Ontario), localisant les transects et les points de sondage de la tourbière etudiée.

Figure 4 Photographie aérienne à l'échelle 1:60,000 de la tourbière étudiée: il est impossible de différencier les types de terres humides.

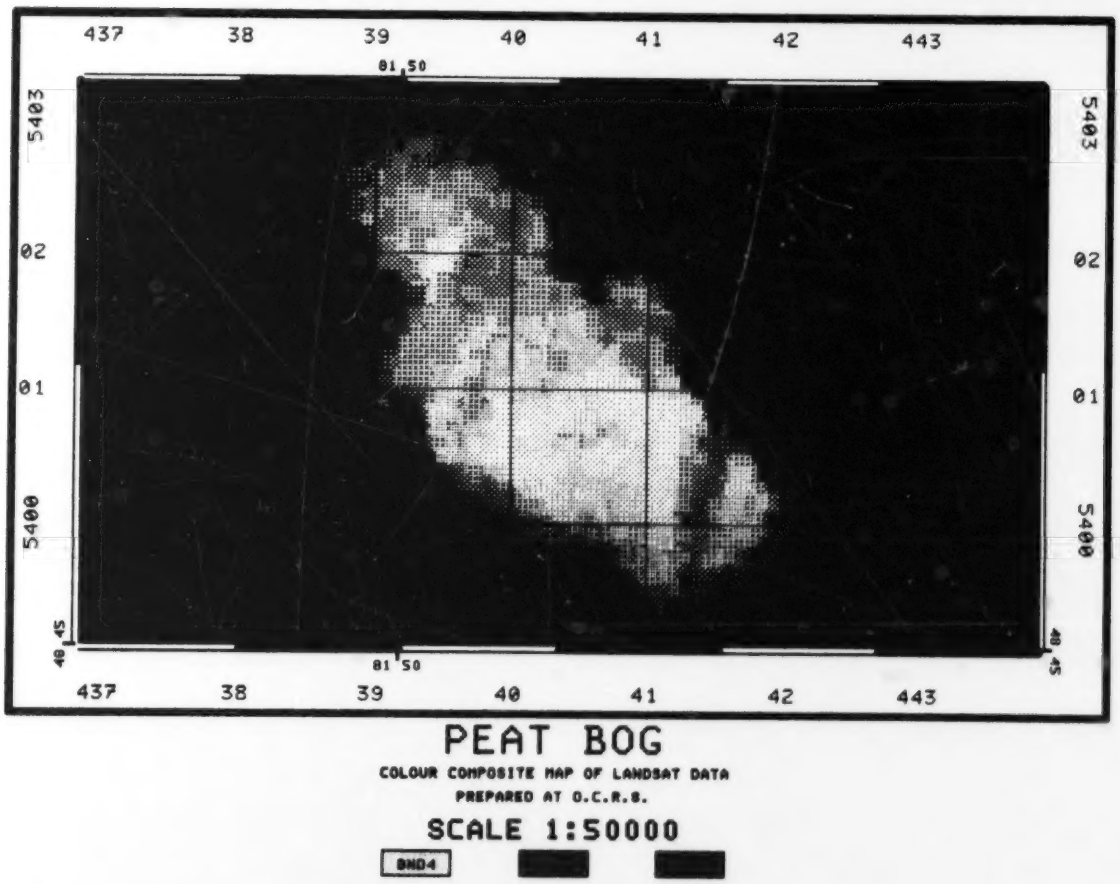


Figure 5 Carte couleur de LANDSAT à l'échelle 1:50,000 de la tourbière étudiée: les divers types de terres humides sont identifiables selon leurs caractéristiques réfléchissantes. Voir figure 6 pour leur identification .

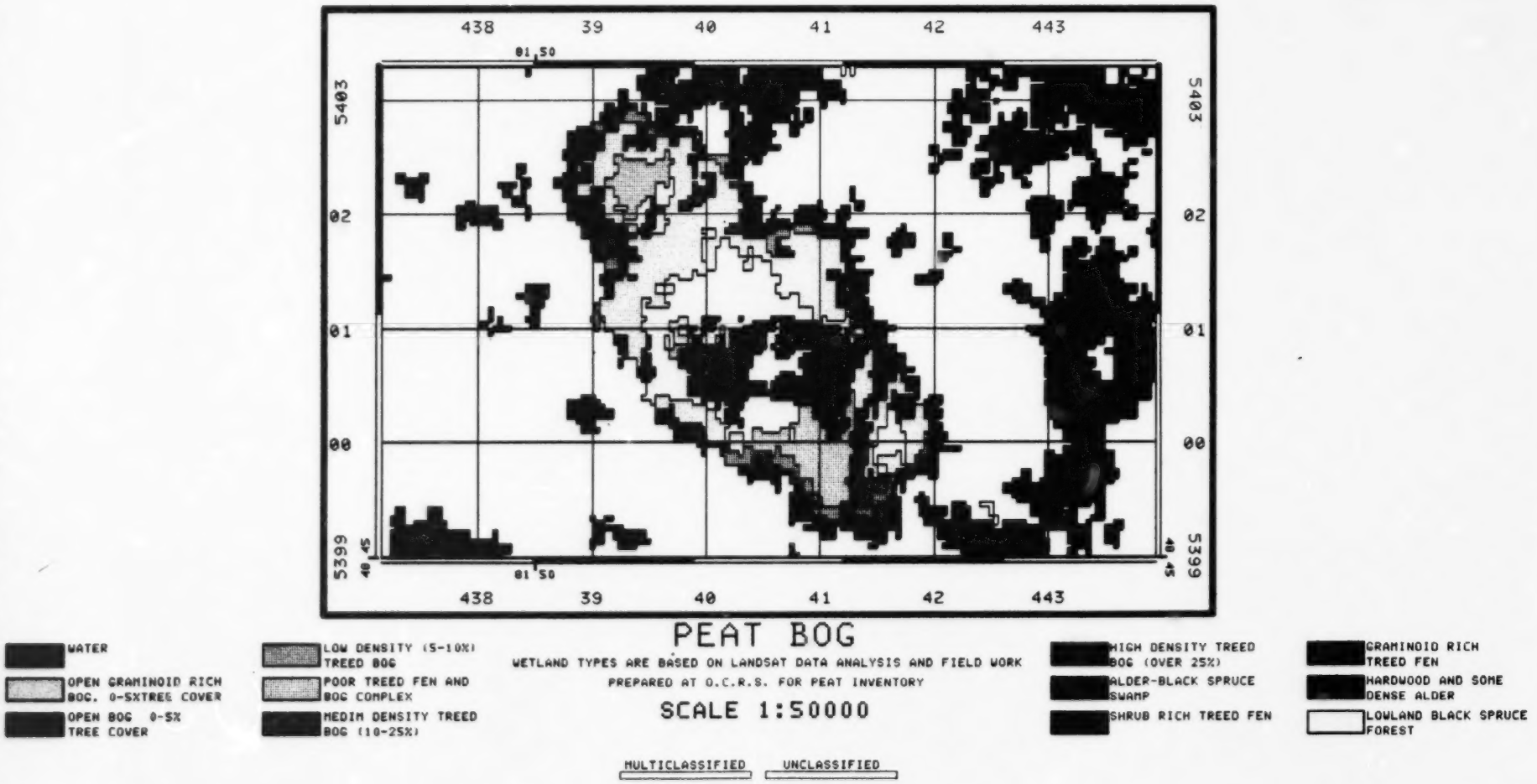
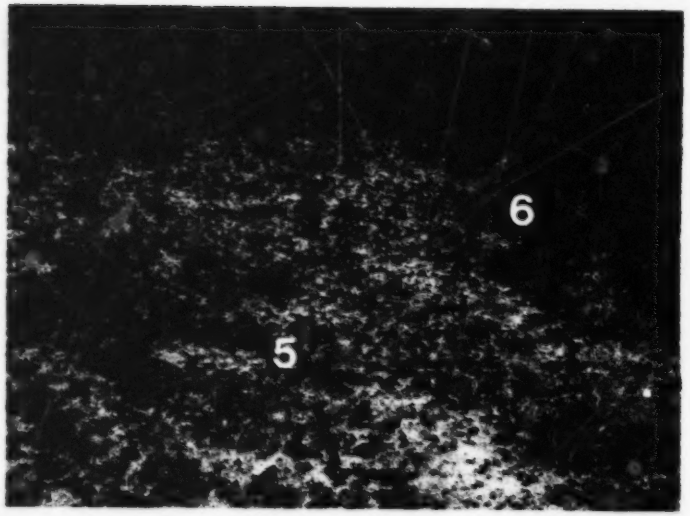
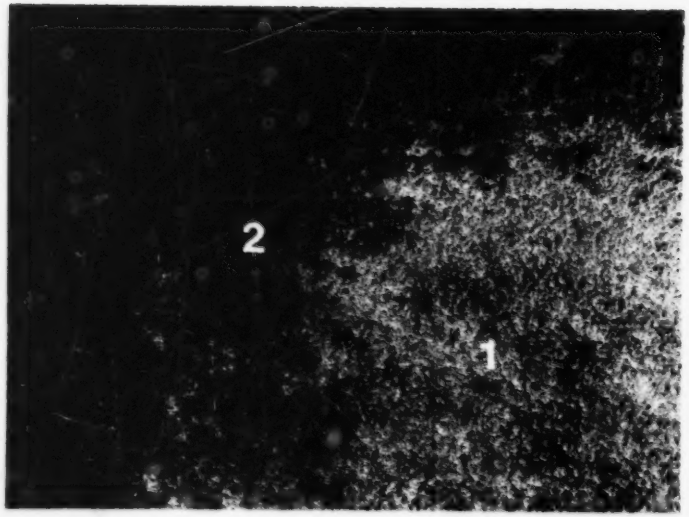


Figure 6 Carte thématique présentant les types de terres humides à l'intérieur des 6.3 km^2 de la tourbière étudiée.



a.

b.



c.

Figure 7 Photographies prises de l'hélicoptère, montrant les conditions de terrain des différents types de terres humides à l'intérieur de la tourbière étudiée.
(a) Tourbière découverte, avec quelques sections riches en herbacées. Les sites de sondage 5 et 6 (voir figure 3) étaient dans ce type de terrain.
(b) Entremêlement de tourbière-fen peu arboré, situé au milieu du transect AB (voir figure 3)
(c) Fen peu arboré (vert pâle) et fen arbustif (vert foncé), rencontrés dans la partie nord-ouest de la tourbière étudiée. Ces types correspondent aux points 1 et 2 (voir figure 3).

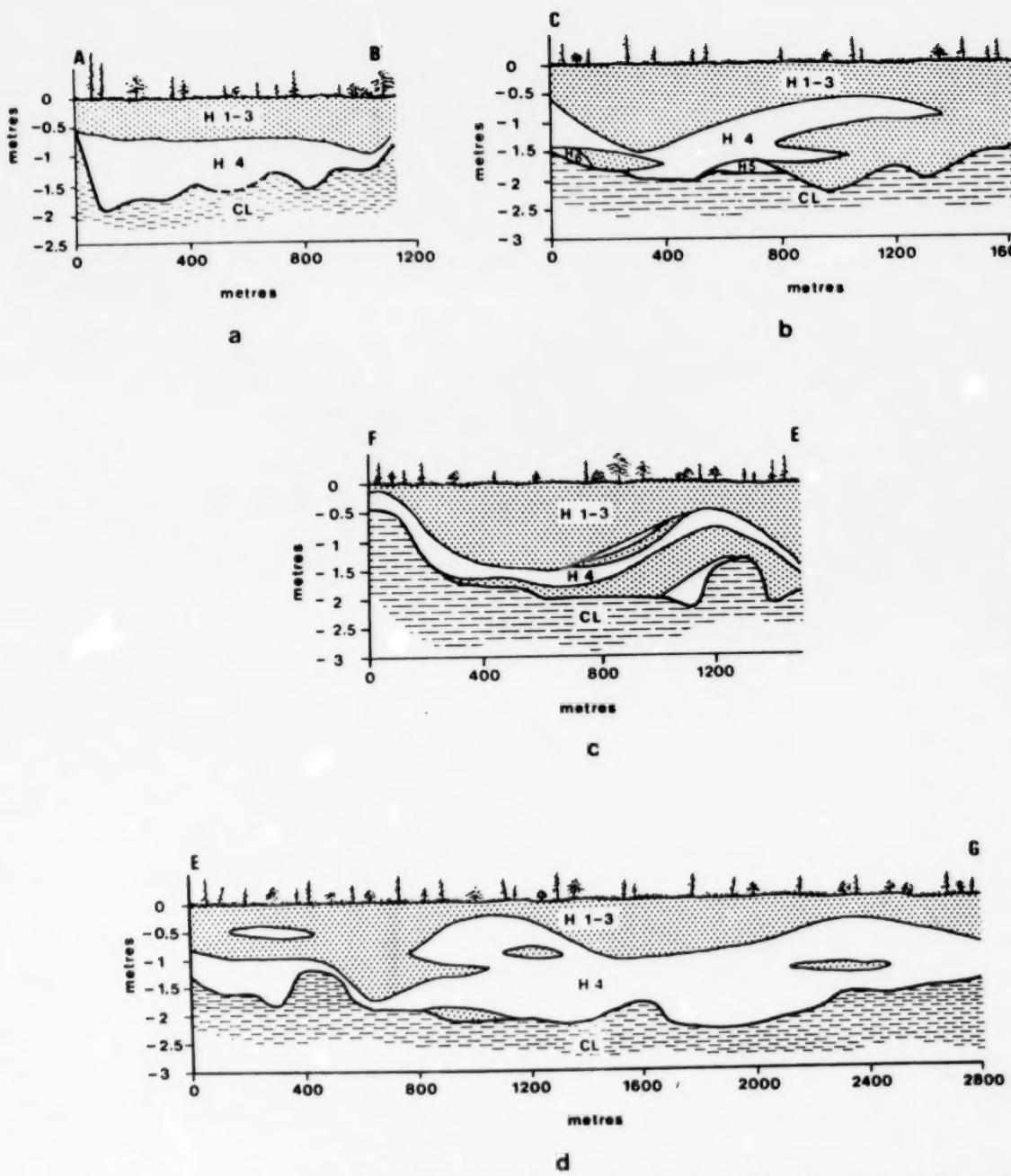


Fig. 8 a-d: Profils de tourbe par interpolation d'après les échantillons complets prélevés aux 300m le long de chaque transect (voir figure 3).
Les mesures de profondeur ont été faites aux 100m.

SESSION 5

LES UTILISATIONS HORTICOLES

DE LA TOURBE

EQUIPEMENT ET TECHNIQUES DE DEVELOPPEMENT POUR L'INDUSTRIE DE LA TOURBE HORTICOLE

EQUIPMENT AND DEVELOPMENT TECHNIQUES FOR THE HORTICULTURAL PEAT MOSS INDUSTRY

C. Breau
Tardif et Frère Inc.
Rivière-du-Loup, Québec

RESUME

La présentation suivante a pour but de vous démontrer l'équipement utilisé pour le développement des tourbières à vocation horticole.

Cet équipement et ces techniques d'extraction de tourbe sont ceux le plus fréquemment utilisés en Amérique du Nord.

La mise sur pied d'une opération d'exploitation de tourbe horticole se fait en trois grandes phases: 1- la préparation du terrain, 2- la construction de l'usine d'ensachage et 3- la récolte. Ces phases peuvent se subdiviser en étapes, tel qu'expliqué ci-dessous.

PHASES

1. Préparation du terrain

A) Coupe du bois si nécessaire.

B) Drainage.

C) Broyage des fibres de surface.

D) Mélange de la surface à l'aide d'un rotoculteur.

E) Arrondissage des planches à l'aide d'une vis-niveleuse.

F) On peut maintenant passer à la phase d'extraction.

2. Construction de l'usine

L'usine devrait normalement être contruite durant la période allant de novembre à mai, suivant la phase 1.

3. L'extraction

A) Labour avec herse rotative ou rotoculteur.

B) Conditionnement du sol à l'aide du conditionneur.

C) Extraction au moyen d'aspirateurs.

D) Empilement sur les champs à l'aide d'un tracto-chargeur.

E) Transport de la tourbière vers l'usine d'ensachage.

F) Labour au moyen de herse à ressorts, de herse rotative ou de rotoculteur.

G) Recommencer le cycle avec l'étape B.

ABSTRACT

The following pictoral presentation provides an insight into the peat equipment and techniques used in the development of horticultural peat bogs.

These equipment and techniques are the ones most commonly used in North America.

We can note three (3) distinct phases in the setting up of a horticultural peat operation; that is, land preparation, construction of bagging plant, and harvesting. These phases are subdivided in different steps as indicated below:

PHASES

1. Land Preparation

A) Cutting of trees if necessary.

B) Draining.

C) Surface chopping.

D) Rotovating.

E) Land crowning.

F) Field ready for phase 3.

2. Mill construction

A) Mill should be built during off season in order to be ready for phase 3.

3. Harvesting

A) Harrowing with rotary harrow or rotovator.

B) Conditioning.

C) Harvest of peat with vacuum.

D) Stock piling in field with loader.

E) Transporting peat to bagging plant.

F) Harrowing with spring harrow, rotary harrow or rotovator.

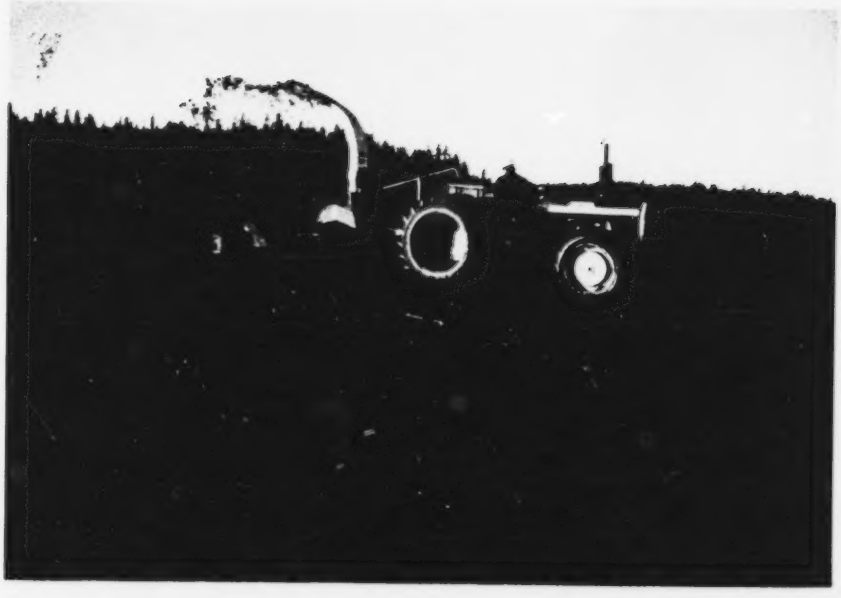
G) Start cycle again at B.

A type V drainer operating on virgin peatland. The trench at this stage is 1.2 m deep by 30 cm wide at the base and 1.2 m at the surface.

Une draineuse de type V en function sur une tourbière vièrge. La tranchée à ce stade est de 1.2 mètre de profondeur sur 30 cm de largeur au bas et 1.2 mètre de largeur à la surface.

Even if there is a large quantity of wood, the drainer can dig the trench necessary for water removal.

La draineuse peut, même s'il y a beaucoup de bois, creuser la tranchée nécessaire à l'évacuation de l'eau.



The surface fibres are crushed with a chopper. The chopper can be fitted with a chute to load the surface fibres into wagons.

Les fibres de surface sont broyées a l'aide d'un "chopper". Le "chopper" peut être équipé d'une chute afin de charger dans les wagons les fibres de surfaces.

The rotary tiller is then used to break up the surface to prepare it for harvesting.

Par la suite le rotorculteur est utilisé pour défaire la surface afin de la préparer à la récolte.

Where there is a lot of wood in peat, the wood must be removed by means of a tubular cylinder equipped with teeth, which can be adapted for use on the screw-cutter profiler.

Ou il y a beaucoup de bois dans la tourbe, ce bois doit être extrait à l'aide d'un cylindre tubulaire, muni de dents, qui peut être adapté sur la vis-niveleuse.

Once the wood is on the surface it is gathered into piles with a rake.

Après que le bois soit à la surface il est mis en adain à l'aide d'un rateau.

The piles are then gathered up with the side-delivery root-gathering machine.

Les andains sont alors ramassés avec le ramasse racine équipé d'une décharge latérale.

It is important for the surface of the field to be well contoured. A screw-cutter profiler is used. The adjustments on the profiler allow the tractor to work with the wheels on the pile while the screw-cutter profiler maintains an ascending angle toward the centre of the field.

Il est important que la surface du champ soit bien arrondi. Pour ce faire on utilise une vis-niveleuse. Les ajustement sur cette vis-niveleuse permettent au tracteur de pouvoir travailler avec les roues sur l'andain pendant que la vis-niveleuse maintien un angle ascendant vers le centre du terrain.

For greater efficiency, it is recommended to use another tractor equipped with a rear blade, to push the pile towards the centre of the field.

Pour une plus grande efficacité il est recommandé d'utiliser une autre tracteur muni d'une lame arrière, pour déplacé l'andain vers le centre du terrain.

Completing ground preparation prior to harvesting.

Après que tout ce travail soit effectué le terrain est prêt pour la récolte.

The first stage of the harvest is surface harrowing with a rotary tiller or a rotary harrow. This procedure must be repeated after every third vacuum harvest.

La première étape de la récolte est le hersage de la surface à l'aide d'un rotoculteur ou d'une herse rotative. Ce procédé devra se répéter à tous les trois aspirages.

The ground is conditioned before the vacuum harvest is carried out.

Un conditionage du terrain est nécessaire avant de passé les aspirateurs.

The harvest is done with vacuum harvesters when the ground is dry enough.

La récolte dite se fait avec les aspirateurs lorsque le terrain est suffisament sec.

The harvested peat is stockpiled on the field.

La tourbe ainsi récolté est mise en stockage sur le champ.

The stockpiles of raw material are piled up by a tractor-loader. The piles are then loaded into transporters to be taken to the bagging plant.

Les stocks de matiére premiére sont amoncelé avec un tractor-chargeur. Ces amoncellements sont, par le suite, chargés dans les remorques pour être ammenés à l'usine d'ensachage.

Immediately after the vacuum harvest, the ground is harrowed with the spring-tooth harrow to prepare it for the next vacuum harvest.

Immédiatement après que les aspirateurs ont été passé, les herses à ressorts sont utilisés pour préparer le terrain, pour la prochaine aspiration.

LES QUALITES DES SUBSTRATS DE TOURBE

THE QUALITIES OF PEAT SUBSTRATES

Einar Myklebust
Jiffy Research and Service
Oslo, Norway

Les rapports sur des essais de croissance des plantes dans divers substrats concluent souvent que l'un ou l'autre substrat est le meilleur, mais donnent rarement d'explication basée sur des faits concrets. Il devrait être possible d'étudier les différences relevées dans les taux de croissance végétale en fonction de la physique appliquée, puisqu'il est possible de décrire en termes physiques les caractéristiques du substrat et les phénomènes qui se déroulent dans le substrat et les plantes.

Du strict point de vue croissance, un substrat composé uniquement de tourbe peut être un milieu idéal s'il est traité correctement. Les affirmations contraires ne seraient sans doute pas étayées par des explications relevant de la physique.

Il faudrait s'attendre à ce que l'utilisation de la tourbe se répande, étant donné ses qualités. A cet effet, nous devons tenter de garder les facteurs limitants de sa distribution et de son utilisation à de faibles niveaux.

ABSTRACT

In experiments with plant growing substrates the reports often conclude with one or another substrate being best, but an explanation based on facts is not common. Differences found in plant growth should be able to be discussed in terms of applied physics, as the substrate characteristics and processes going on in the substrate and in plants can be described in physical terms.

If treated correctly a pure peat substrate can be an "ideal" medium from a strict growth point of view. Claims to the contrary may not be backed by scientific physical explanations.

From the qualities of peat an expanding use of it should be expected. To make this true we must try to keep the limiting factors for its distribution and use at low levels.

INTRODUCTION

Quel est le meilleur substrat? Cette question s'est avérée très importante lors de nombreuses expériences dans la plupart des centres de recherche pour la croissance des plantes, que l'on retrouve dans de nombreux pays. Il y a eu une très forte augmentation dans la demande de substrats commerciaux depuis les trois dernières décennies. Au tout début, on pouvait retrouver de la tourbe sur le marché; vint ensuite les mélanges de tourbe auxquels on avait ajouté toutes sortes d'additifs et par la suite, les matériaux artificiels. Maintenant, des milieux de culture sans substrat sont disponibles: l'hydro-culture représente-t-elle un moyen idéal de culture?

Les essais de croissance concluent souvent que l'un ou l'autre substrat est le meilleur selon des conditions spécifiques mais ils donnent rarement d'explications pourquoi il en est ainsi. Cette différence doit pouvoir s'expliquer. Il arrive souvent que lorsqu'on étudie les conditions dans lesquelles ces essais ont été faits, on trouve que les substrats n'ont pas été traités correctement ou de façon optimale. En plus, il existe certains faits pouvant expliquer les résultats, évitant ainsi une mauvaise compréhension ou interprétation du processus impliqué.

CROISSANCE DES PLANTES

La croissance des plantes est la messure la plus importante pour

déterminer l'effet des substrats (les autres peuvent être de nature technico-économique). Afin d'évaluer à quel point un substrat favorise la croissance, nous devons étudier les réactions de la plante, puisqu'elle réagit aux facteurs physiques de son environnement. Il n'existe aucun facteur magique pour expliquer la vie ou la croissance d'une plante. On racconte souvent que les racines poussent pour trouver l'eau ou des éléments nutritifs ou que les plantes "s'étirent" pour aller chercher du soleil. C'est faux. Il ne s'agit en fait que d'une simple réaction aux facteurs physiques internes et externes.

La croissance des plantes représente un ensemble de processus physiques de la plante, étroitement reliée aux processus physique de l'environnement, qui ont lieu tant au-dessus qu'en dessous du niveau du sol. Nous devons étudier ces processus en fonction de la physique appliquée, en considérant que la chimie (physique) et la physiologie des plantes sont des branches de la physique.

Nous parlons habituellement de cinq facteurs de croissance de base:

1. La lumière
2. La température
3. L'air
4. L'eau
5. Les éléments nutritifs.

On regroupe souvent les trois premiers comme étant des facteurs climatiques et les deux derniers comme des facteurs édaphiques. Ce n'est pas tout à fait approprié car ils affectent tous l'environnement en opérant au-dessus et en-dessous de la surface du sol.

Ce regroupement de facteurs est aussi une façon désuète et imprécise de les regrouper: la lumière n'est qu'une partie du facteur radiation; l'air peut porter à confusion pour tous les gaz impliqués; l'eau devrait comprendre l'eau dans l'air (humidité) etc.

Il est également utile de considérer chacun de ces cinq facteurs sous deux angles: l'approvisionnement naturel et l'approvisionnement supplémentaire (ne pas s'y référer comme étant artificiel!). Ce fait revêt encore plus d'importance avec l'industrialisation de la production de plantes où nous pouvons les contrôler à volonté.

Seul, le substrat n'est pas intéressant; c'est la façon qu'il se combine à la croissance de la plante qui est important. Cette combinaison est mieux comprise et les différences de croissance mieux expliquées en fonction de la physique appliquée.

En ce qui à trait au fait que la plante a besoin d'un substrat (ce qui est faux) pour pousser, son unique but est de créer un environnement où les racines peuvent accomplir leur rôle le plus

efficacement possible. Par rapport à la croissance, son rôle est de fournir des éléments qu'elle n'obtient pas de l'air à la partie aérienne de la plante, ainsi que l'eau nécessaire. Aussi longtemps que ces processus peuvent avoir lieu à un rythme optimal, n'importe quel substrat peut convenir.

Différentes forces physiques, tels l'adsorption ou le relâchement d'eau, d'ions ou de gaz sont des facteurs limitant les processus (on ne tient pas compte ici des facteurs biologiques tels les organismes de maladie). Si un substrat a moins de facteurs limitants qu'un autre, il devrait être plus propice à la culture et donner de meilleurs résultats. En fait, les éléments d'un substrat importe peu, car une plante ne réagit pas à la tourbe, au sable ou à l'argile; c'est la façon dont le matériau affecte son environnement physique qui compte.

QUALITES DE SUBSTRATS

Lorsque nous nous référons aux qualités d'un substrat, nous parlons de ses caractéristiques importantes, appelées capacités: capacité d'eau, capacité d'air. On l'exprime en capacité totale, i.e. quel poids ou volume le substrat peut retenir sous certaines conditions définies. On s'y réfère comme étant une situation statique plutôt qu'en termes dynamiques. En fait, ce n'est pas le total mais la capacité d'échange qui est importante:

1. la capacité d'échange d'eau;
2. la capacité d'échange d'air;

3. la capacité d'échange des ions; et en plus
4. la capacité de tamponner.

En d'autres mots, même si la quantité d'eau, d'air ou d'ions est importante, si elle n'est pas disponible, il en résultera une situation statique néfaste.

La capacité de tamponner (par définition relatif aux changements du pH, mais également utilisé pour les fertilisants) est aussi en un sens un paramètre dynamique et est en tout temps importante à la stabilisation des conditions physiochimiques, simplifiant et sécurisant le travail du producteur.

Je n'ai pas le temps de discuter des implications de la physique de ces quatre capacités et de quelles façons elles se rapportent à la tourbe et aux autres substrats, mais je voudrais toutefois accentuer l'importance première de l'eau dans ces processus.

La transpiration est importante à plusieurs processus et requiert un approvisionnement en eau constant aux racines. L'évaporation affecte l'échange d'eau ainsi que la température du substrat. On dit aussi que la quantité d'eau dans la tourbe devrait être assez grande pour que l'on puisse l'extraire à la main en tout temps. C'est faux. Une teneur en eau variable et un cycle de mouillage - séchage signifient qu'il y a un échange d'eau qui à son tour affecte l'échange d'air, l'eau agissant comme pompe à air. L'échange d'eau fait également partie de l'échange d'air (gaz),

puisque l'oxygène est dissout dans l'eau. On a tendance également à associer certains problèmes de croissance à "trop d'eau". Comme tel, il n'y a jamais une trop grande quantité d'eau, mais son résultat "pas assez d'air" est plus juste.

La radiation (influx d'énergie) est le facteur principal à l'échange d'eau, ce qui entraîne la corrélation entre l'absorption des nutriments et la croissance. Plus la radiation est élevée, plus l'approvisionnement maximal en eau (transport) est important dans le substrat.

En faisant la production industrielle intensive des plantes,on peut contrôler tous les facteurs de croissance pour une croissance rapide et un rendement élevé. Un substrat pouvant supporter ce genre de croissance est donc nécessaire. C'est une des raisons pour le changement simultané des méthodes et des substrats au cours des trois dernières décennies.

USAGE DE LA TOURBE

On ne s'attardera pas à l'époque où on n'utilisait pas encore la tourbe et aux désavantages des composts maison. Je ne vais que mentionner la carence de matériaux bruts uniformes sur le marché. Au début, lorsqu'on pouvait se procurer de la tourbe de sphaigne de qualité horticole, les producteurs pouvaient obtenir un bon substrat s'ils y ajoutaient soigneusement de la chaux et des fertilisants. La situation s'est encore améliorée à

l'introduction sur le marché de mélanges préparés.

On parle beaucoup d'un "substrat standard", convenable à la plupart des plantes; il ne suffirait que de modifier la fertilisation pendant leur croissance. Ceci simplifirait bien des choses.

Ce nouveau développement a ouvert la porte à un grand nombre de mélanges commerciaux à compositions variées. Les manufacturiers nous offrent chacun leur propre composition et on peut également se procurer des mélanges spécifiques pour certaines plantes, i.e. mélange pour rosiers ou pour autres usages spécifiques.

Du strict point de vue croissance, il serait possible de n'utiliser qu'un nombre restreint de substrats, 3, par exemple. Il pourrait s'agir d'un substrat tourbeux à 3 niveaux de chaux et de fertilisants. Dans l'industrie, on a recours à un programme de fertilisation semi-automatique lors de la croissance et, il peut facilement être ajusté pour répondre aux besoins de chaque culture. Si vous êtes familier avec votre travail, vous pourriez faire pousser toutes sortes de plantes dans ces substrats de base.

Donc, qu'est-ce qui vous en empêche? Premièrement, il y a des raisons pratiques basées sur des faits: l'utilisation de l'argile ou du sable pour alourdir les pots dans lequels sont plantées de grosses plantes ou encore l'addition de la perlite, du Leca

(argile expansée), etc., pour faciliter l'arrosage (main-doeuvre non-spécialisée). Deuxièmement, il y a des raisons purement imaginaires: certains producteurs croient qu'ils ont besoin d'un mélange spécifique pour leur usage ou encore que certains additifs sont avantageux. Troisièmement, certains manufacturiers n'ont pas la qualité première de tourbe que vous recherchez et ils doivent faire des mélanges pour obtenir un bon substrat.

C'est donc pour toutes ces raisons que l'on peut retrouver différents mélanges sur le marché. Il serait pourtant si simple de n'avoir qu'un seul substrat standard pur plutôt qu'une quantité illimitée parmi laquelle choisir.

En conclusion:

1. La tourbe est le substrat idéal de croissance répondant le mieux à nos besoins.
2. Du strict point de vue croissance, je ne crois pas que l'on puisse améliorer une très bonne qualité de tourbe de sphaigne en y ajoutant d'autres matériaux.
3. Les qualités physiques de la tourbe sont dues à la structure unique des sphaignes. Je ne crois pas qu'il soit possible d'imiter ou de remplacer la tourbe par un substrat artificiel (i.e. mousse ou fibres de différentes origines chimiques).
4. Si vous évaluez, et interprétez attentivement les résultats des expériences avec les différents substrats en appliquant les lois de la physique, vous ne trouverez que très rarement

un fait scientifique expliquant un potentiel de croissance supérieur ou une meilleure croissance dans des substrats autres que la tourbe.

5. L'utilisation de la tourbe ne peut qu'augmenter, tant que nous vendrons cette ressource à des prix acceptables et que les produits seront de qualité supérieure.

Les coûts élevés de transport et de distribution limitent souvent la mise sur le marché de la tourbe. Même compressée en balles, la tourbe est lourde et volumineuse; son poids et son volume créent également des problèmes à l'utilisateur.

En réduisant la quantité de tourbe par plante, on réduit le coût de production. Par exemple, la culture dans les sacs de tourbe plutôt que dans les couches réduit la quantité de tourbe par plante de 20-25% .

Chez Jiffy, nous avons recours au séchage de la tourbe pour réduire les coûts de distribution et de manutention. Comme le poids de la tourbe est dû à sa teneur en eau, nous l'enlevons par séchage afin d'obtenir un niveau d'humidité très bas; le volume est ensuite réduit en y enlevant l'air par compression.

Il est également facile de remouiller la tourbe sèche compressée alors que c'est l'inverse pour la tourbe en vrac. En ajoutant votre propre eau (gratuite ou économique), vous obtenez le volume et l'humidité du substrat, sans avoir à payer pour le transport

de l'eau et de l'air.

Ce procédé s'applique plutôt aux rondelles de tourbe compressée (Jiffy-7 et Jiffy-9) qu'aux pots en tourbe, qui font partie intégrante du substrat de croissance. Lorsque vous transportez ces pots, vous payez pour un substrat et non pour un matériau inutile, comme tel au processus de croissance i.e. plastique, argile. Leur poids est peu élevé car ils sont séchés autant que les rondelles.

Il va sans dire que les rondelles et les pots en tourbe représentent de nombreux autres avantages qui ne sont pas mentionnés ici.

INDUSTRIE DE LA TOURBE

Un autre facteur qui ne limite pas mais qui complique la mise sur le marché de la tourbe est l'absence de normes universelles relatives à la qualité de la tourbe et aux méthodes d'analyses (physiques et chimiques). De nombreux pays ont fait un travail intensif dans ce sens, et suite à ce travail, certaines normes ont été adoptées, d'autres ont été proposées et de nombreuses méthodes d'analyse ont été retenues. C'est très malheureux, plus particulièrement pour une compagnie comme Jiffy qui exporte ses produits sur les marchés internationaux. Pour nous, ce ne sont

pas les normes physiques, comme telles, qui nous créent des problèmes, mais plutôt les différentes méthodes d'analyse chimique des substrats.

Les méthodes d'analyse varient non seulement d'un pays à l'autre, mais à l'intérieur même d'un pays. Dans certains pays, nous devons connaître jusqu'à trois méthodes ou plus et nous garder à jour sur les différentes interprétations des résultats relatifs aux niveaux recommandés pour les différentes plantes, etc.

En ce qui à trait aux qualités physiques de la tourbe, la plupart des méthodes d'analyse s'appliquent particulièrement aux inventaires des tourbières, à la tourbe à son état naturel, à la tourbe en balles ou en vrac, et à son utilisation dans les laboratoires reconnus. En ce qui concerne notre fabrication industrielle de produits à base de tourbe, peu sont applicables. En voici quelques exemples.

Nous sommes très exigeants pour la qualité de la tourbe que nous achetons; ainsi, nous devons la choisir soigneusement. Après un examen visuel du type de tourbe à partir des fibres, restes de plantes non-désirées, couleur, etc., nous vérifions le facteur de qualité principal qui est: la densité=poids / volume=g matière sèche par litre.

La densité est un très bon indicateur de la qualité de la tourbe - type de tourbe, degré de décomposition, son comportement au

traitement, son effet sur les produits finis et son utilisation dans les pépinières, etc. La densité est étroitement reliée au degré de décomposition indiquée par l'échelle von Post: H1-10. Quoiqu'utile pour la tourbe à son état naturel sur les tourbières, cette échelle nous est d'aucune utilité; c'est une méthode visuelle, partiellement subjective qui ne donne pas de mesure physique exacte. Les chiffres représentant le nombre de grammes de matière sèche par litre nous informent mieux.

Comme on obtient différents résultats selon les méthodes utilisées, nous rencontrons un autre problème lors de la détermination de la densité. Les méthodes sont basées sur différentes conditions de l'échantillon: teneur en humidité, suction, qualité, compacité, etc. En pratique, on obtient les résultats après plusieurs jours. Nous, nous mesurons le poids d'un litre de matière sèche préparé selon une procédure normalisée et nous obtenons les résultats en 30 minutes.

Comme la production est mesurée selon le poids et non le volume du matériau sec brut, le contenu de matière sèche dans chaque balle ou chargement de camion livré est un autre facteur important. La teneur en humidité est importante, tant pour le traitement que pour la qualité du produit fini. Ceci est simple en principe, mais pas aussi facile en pratique.

CONCLUSIONS

La qualité des substrats de tourbe devrait se réfléter sur les marchés. Afin de parvenir à cet accroissement des ventes, les exigeances suivantes devraient être rencontrées:

1. Les manufacturiers doivent fournir un produit constant de qualité supérieure.
2. Les spécifications de ses qualités devraient être exprimées en termes physiques connus et simples afin d'être comprises par les acheteurs.
3. Les méthodes d'analyse physiques et chimiques devraient être mieux coordonnées, i.e. le plus de laboratoires possibles devraient employer les mêmes méthodes.
4. Dans les rapports de recherche, les résultats devraient être exprimés en fonction de la physique appliquée, traitant tous les facteurs comme des processus physiques dynamiques.
5. L'information donnée aux producteurs devrait valoriser les qualités supérieures des substrats de tourbe de sphaigne.
6. Les facteurs limitant son utilisation devraient être minimisés. Ces facteurs peuvent comprendre bien des choses, allant d'un produit défectueux à des facteurs physiques inhérents au produit, jusqu'à sa mauvaise utilisation.
7. Ces facteurs limitant peuvent être minimisés par les gens qui travaillent à la recherche et à la production, ainsi qu'à l'extension, à la distribution et à l'usage de la tourbe.

LA PRODUCTION ET L'UTILISATION DES MELANGES DE SOL AUX ETATS-UNIS

SOIL MIXES - PRODUCTION AND USE IN THE USA

A.L. Brown
Jiffy Products of America
Chicago, Illinois

RESUME

Depuis bon nombre d'années, la tourbe de sphaigne canadienne constitue l'un des éléments majeurs des substrats de culture préparés. Le mélange le plus couramment utilisé est composé de tourbe, de sol et de vermiculite (ou de perlite) en volumes égaux (1:1:1). Depuis dix ans, la tourbe a gagné de l'importance au fur et à mesure qu'un nombre croissant de serristes adoptent les substrats de culture sans sol, composés de tourbe en grande partie. Cette tendance est apparue avec les mélanges de sol U.C., développés à l'University of California et le "Cornell Peat Lite Mix", ce dernier mis au point par Boodley et Sheldrake.

Le développement des milieux de culture sans sol a provoqué la venue d'une autre tendance dans l'industrie. De nombreuses compagnies, grandes et petites, sont apparues sur le marché, fournissant aux producteurs des substrats de culture sans sol prémélangés, de qualité uniforme. Ces mélanges sont disponibles sous diverses formes: en sacs, en balles comprimées et en vrac, par charge de camion. On y retrouve toujours la tourbe comme composante majeure.

La tourbe est également importante au niveau de la production de cultures ornementales en récipients. De plus, elle demeure un ingrédient de choix pour la propagation des plantes dans les pépinières.

Malgré l'avenir prometteur de la tourbe aux Etats-Unis, son utilisation n'est pas sans problèmes. Le coût croissant de ce matériau oblige les chercheurs et les producteurs à rechercher des produits substitutifs. La difficulté de remouiller la tourbe pose de nombreux problèmes, de sorte qu'on doit avoir recours à un agent mouillant. Enfin, le manque d'uniformité du matériau a aussi des répercussions sur les utilisateurs. Toutefois, il ne semble pas que l'importance de la tourbe diminue dans les années à venir.

ABSTRACT

Canadian sphagnum peat moss has been the major constituent in soil mixes for many years. The most common mix used was a 1:1:1

peat:soil: vermiculite or perlite by volume. In the last ten years the importance of peat has increased as more and more growers of greenhouse crops convert to soilless mixes in which peat is the major ingredient. This trend began with the development of the U.C. Soil Mixes and the Cornell Peat Lite Mix developed by Drs. Boodley and Sheldrake.

The development of soilless media has brought about another trend in the industry. Companies, large and small, are entering the market providing growers with consistent, uniform, premixed soilless media. These are available in bags, compressed bales, and bulk truckloads. Peat continues to be a major constituent in these mixes.

Peat continues to be important in the production of containerized ornamental crops. It is still the major ingredient in the propagation area of nurseries.

While the future of peat in the USA remains bright, it is not without its problems. The increasing cost of peat is forcing growers and researchers to look for substitutes. The wettability of peat causes many problems resulting in a need for a wetting agent. Uniformity remains a problem. Despite these problems, it does not appear likely that the importance of peat will diminish for years to come.

INTRODUCTION

Depuis plusieurs années, la tourbe de sphaigne canadienne est parmi les composantes principales des substrats de culture préparés. Le mélange le plus couramment employé par les serristes était constitué de tourbe, de sol et de vermiculite (ou de perlite) en volumes égaux (1:1:1). Les propriétés particulières de la tourbe en font un ingrédient de choix: poids léger, grande capacité de rétention d'eau, capacité d'échange cationique élevée, porosité et taux de décomposition relativement lent (Boodley (1981)[1]), Bunt (1976)[2] , Laurie et al (1972) [3]). Au cours des dix dernières années, l'importance de la tourbe s'est accrue, alors qu'un nombre grandissant de producteurs

optent pour les milieux de culture sans sol, qui peuvent contenir jusqu'à 60% de tourbe. Cette tendance débuta avec la mise au point de mélanges, tels ceux développés à l'University of California (U.C.) (Baker (1957)[4])et le "Cornell Peat Lite Mix", préparé par Boodley et Sheldrake (Boodley et Sheldrake (1973)[5]).

Avant l'avènement des substrats de culture sans sol les producteurs devaient acheter séparément tous les ingrédients et préparer leurs propres mélanges. Comme ceux-ci comportaient du sol, ils devaient être stérilisés afin de détruire les microorganismes causant des maladies et les graines de plantes indésirables. L'élimination du sol dans les mélanges, ainsi que la stérilité relative de la tourbe et de la plupart des autres composantes ont permis de supprimer le procédé de stérilisation.

La venue des substrats de culture sans sol a lancé une nouvelle tendance dans l'industrie. Bon nombre de compagnies, petites et grandes, sont apparues sur le marché, offrant des milieux de culture sans sol prémélangés, de qualité uniforme. Le produit se vend en sacs, en balles compressées et en vrac, par charge de camion. Les sacs sont légers et peuvent facilement être manipulés par une seule personne, toutefois leur entreposage peut poser des problèmes. Les balles compressées contiennent plus de tourbe et de plus sont facile à empiler en vue de l'entreposage. Cependant, elles sont lourdes, de sorte que leur manipulation nécessite généralement plus d'une personne. La tourbe en vrac,

par charge de camion convient bien aux gros producteurs, en leur offrant la commodité d'un mélange préparé sans avoir à se débarasser des sacs vides. Cette méthode représente une économie importante pour ces producteurs en éliminant le coût des sacs,et de plus, les coûts de la main d'oeuvre sont réduits. Le prix des substrats de culture sans sol peut varier de $30 à $70 par verge cube (ca $39 - $91 / m^3). En tenant compte de l'élimination d'équipement pour la préparation des mélanges, ainsi que des coûts de la main d'oeuvre et de l'entreposage des matériaux bruts, les producteurs ont réalisé que l'achat de substrats prémélangés était une option plus rentable. En effet, des études dans plusieurs universités ont démontré que pour les petites et moyennes entreprises, l'usage d'un milieu de culture prémélangé est plus économique.

Plusieurs fabricants de substrats sans sol emploient un procédé par lequel chaque ingrédient est mesuré de façon précise et puis déversé par un trémie sur un convoyeur, pour être mélangé aux autres composantes à la fin. Un agent mouillant, de même que des engrais, peuvent facilement y être ajoutés et mélangés uniformément. Ce procédé résulte en un produit de qualité uniforme et constante, ce qui représente un facteur de moins à contrôler pour le producteur. Dans une deuxième méthode de préparation courante, chaque ingrédient est ajouté dans un ordre particulier et mélangé suffisamment pour le mêler aux autres ingrédients. Ce procédé est plus lent et donne généralement un produit plus variable.

Malgré la disponibilité des substrats pré-mélangés, plusieurs producteurs préfèrent toujours préparer leurs propres mélanges. Ce sont souvent des mélanges sans sol, surtout dans le sud, où le sol minéral de bonne qualité est plutôt rare. Les moyens employés pour mélanger les ingrédients varient beaucoup. Certains ont recours à des moyens manuels (avec la pelle), d'autres, à l'achat d'équipement exprès pour mélanger les sols ou même d'anciens mélangeurs à ciment.

Les substrats de culture sont classés en deux catégories générales selon leurs usages. Ainsi, il y a des mélanges pour la germination et d'autres plus spécifiquement pour la croissance. En réalité ces termes sont subjectifs, puisque dans plusieurs cas les mélanges pour la germination peuvent être utilisés pour la croissance générale et vice versa. Dans les serres, le substrat le plus souvent employé pour la germination est un mélange en parties égales de tourbe et de vermiculite ou de perlite. Ce mélange a des propriétés idéales pour la germination: texture fine, bonne aération et capacité de rétention d'eau élevée. Par ailleurs, les mélanges pour la croissance contiennent habituellement plusieurs ingrédients en proportions variables. Parmi ceux-ci, les plus courants sont la vermiculite, la perlite, l'écorce de pin, le sable, la sciure de bois et les écorces de riz. La tourbe constitue généralement de 30 à 40% du mélange. Un producteur qui a tendance a trop arroser a besoin d'un mélange à texture grossière, alors que celui qui peut contrôler de plus près les arrosages peut utiliser un substrat de culture à texture

plus fine. Deux autres facteurs qui influencent le choix d'un substrat de culture sont le coût et la possibilité de s'en procurer localement. Toutefois, le facteur prépondérant est la performance. Est-ce qu'on peut y obtenir une plante de première qualité? Présentement, on a tendance à utiliser un seul mélange pour toutes les cultures, ce qui permet d'uniformiser les pratiques d'arrosage. La tourbe est employée pour la majorité des cultures de fleurs, y compris les chrysanthèmes, les poinsettias, les géraniums, les annuelles, ainsi que pour les légumes.

La production en serres ne représente qu'une petite proportion de la tourbe employée aux Etats-Unis. Par ailleurs, de plus grandes quantités sont attribuées à la culture en récipients dans les pépinières, où la plupart des plantes proviennent des boutures. Un mélange de tourbe et de perlite en volumes égaux est le plus souvent utilisé pour la propagation.

Comme la période de croissance avant la mise en marché est beaucoup plus longue pour les cultures en récipients (jusqu'à trois ans), la composition du substrat est moins critique, comparativement aux cultures en serre. Toutefois, la tourbe en demeure parmi les éléments principaux. Les pépinières consomment de plus grandes quantités de tourbe que les serres puisqu'ils utilisent des récipients de 1 à 3 gallons vs. les pots de 4-6",(10-15cm) fréquemment employés dans les serres.

Un volume important de tourbe entre dans la préparation des terreaux destinés au marché de consommation. Il existe des produits prémélangés, ou bien le consommateur peut acheter les divers ingrédients et préparer lui-même son mélange. Ces terreaux sont habituellement regroupés en deux catégories d'après leur prix. De façon générale, les produits les moins dispendieux sont à base de tourbe de laîches et de roseaux. Ceux-ci sont de texture lourde et ressemblent davantage à un compost. L'addition de vermiculite ou de perlite permet d'en améliorer la texture et la porosité. D'autre part, les terreaux plus dispendieux sont généralement à base de tourbe de sphaigne canadienne. On y retrouve aussi d'autres ingrédients, dont les plus courants sont la vermiculite, la perlite, l'écorce et le sable. Il n'est certainement pas économique d'acheter un produit de qualité inférieure si on doit aussi se procurer de la vermiculite pour l'améliorer. Quoique l'achat d'un terreau à base de tourbe de sphaigne ne garantisse pas de bons résultats, il augmente les chances de réussite.

Jusqu'ici, on a surtout présenté les aspects positifs de l'utilisation de la tourbe, cependant il faut aussi être au courant des problèmes qui y sont reliés. L'augmentation du coût de la tourbe oblige les producteurs de même que les chercheurs à faire des efforts pour tourver des produits substitutifs. De plus, les coûts associés à la production s'accroissent plus rapidement que les prix à la consommation. Etant donné cet état de choses, les producteurs seraient prêts, quoique à regret, à

essayer des substituts moins coûteux que la tourbe, à condition que la qualité de leur produit n'en souffre pas. Parmi les produits pris en considération sont l'écorce de pin, l'écorce de bois franc, la cendre d'écorce de riz, et les coquilles d'arachides.

La difficulté de remouiller la tourbe pose certains problèmes. D'abord on doit habituellement avoir recours à un agent mouillant afin d'arriver à remouiller convenablement un mélange comprenant de la tourbe. De plus, si un tel mélange sèche complètement dans un pot, la réabsorption de l'eau peut être très difficile.

Le manque d'uniformité est un autre problème associé à la tourbe. On y retrouve souvent des morceaux de bois en quantités qui peuvent nuire à la production en pots, surtout lorsque ceux-ci sont petits. Les producteurs essaient de régulariser leurs techniques de production, cependant ceci est difficile, voire impossible, si la qualité des mélanges varie continuellement. Une variation dans la texture, par exemple, va affecter les cédules d'arrosage.

Malgré ces problèmes, la tourbe continue d'être la composante de choix des substrats de culture préparés. Ainsi, il est peu probable qu'elle perde sa popularité dans l'avenir.

REFERENCES

1. BOODLEY, J.
1981. The Commercial Greenhouse Handbook, Von Nostrand Runhold Company, New York, pp. 91-99.

2. BUNT, A.C.
1976. Modern Potting Composts, George Allen & Unwin, Ltd., London, pp. 19-40.

3. LAURIE, A., KIPLINGER, D.C., and NELSON, K.
1972. Commercial Flower Forcing, McGraw Hill, New York, 8th Ed., pp. 288-289.

4. BAKER.
1957. The U.C. System for Producing Healthy Container - Grown Plants, University of California Agricultural Experimental Station, Manuel 23.

5. BOODLEY, J. and Sheldrake, D.
1973. Cornell Peat Lite Mixes for Commercial Plant Growing, New York College of Agriculture and Life Science, Extension Information,Bulletin 43.

BIBLIOGRAPHIE

MASTALEREZ, J.
1977. The Greenhouse Environment, John Wiley & Sons, Inc., New York, pp. 341-416.

NELSON, P.
1978. Greenhouse Operations and Management, Reston, VA.

PIERCE, J.
1977. Greenhouse Grow How, Lakeside Press, Seattle, pp. 67-68.

POTENTIEL HORTICOLE DES TOURBES DE SPHAIGNE LIE A LEURS PROPRIETES PHYSIQUES ET PHYSICO-CHIMIQUES

THE HORTICULTURAL POTENTIAL OF SPHAGNUM PEATS, AS RELATED TO THEIR PHYSICAL AND PHYSIO-CHEMICAL PROPERTIES.

Jacques Grandmaison
Les Tourbières Premier Ltée
Rivière-du-Loup, Québec

RESUME

La popularité grandissante des substrats de culture à base de tourbe en horticulture a donné lieu, ces dernières années, à l'apparition sur les marchés nord-américains, d'une multitude de substrats commerciaux à base de tourbe de composition très variable.

Dans un premier temps, une distinction sera faite entre deux grandes familles de tourbes, soit les tourbes d'herbacées et les tourbes de sphaigne. Puis, compte tenu de la prédominance marquée de sphaigne dans la composition des substrats à base de tourbe en Amérique du Nord, nous proposerons une analyse comparative de différents types de tourbes de sphaigne. Ceci permettra aussi de jeter un peu de lumière sur le potentiel horticole de ces tourbes.

Cette analyse portera sur les principales caractéristiques physiques et physico-chimiques, de même que sur leur potentiel respectifs, comme ingrédients dans les substrats de culture.

ABSTRACT

The rising popularity among horticulturists of peat-based culture substrates has resulted in the launching, on North-American markets, in the past few years, of a great number of peat-based commercial substrates of widely varying composition.

In the first place, a distinction will be drawn between the two great peat families, i.e. herbaceous peats and sphagnum peats. Subsequently, given the marked predominance of sphagnum peat in North-Amercian peat-based substrates, and in order to cast some light on its horticultural potential, we will analyse and compare the different types of sphagnum peat.

The analysis will bear on their principal physical and physio-chemical properties, and on their respective utilization potentials for the development of substrate

INTRODUCTION

De façon générale, on peut classifier les tourbières de façon générale en trois grands groupes (Caron (1980)[1]):

1. Minérotrophe (lowmoor) (Figure 5).
2. Ombrotrophe (highmoor ou tourbière bombée) (Figure 6).
3. Mésotrophe (transitoire) (Figure 6).

La tourbière minérotrophe est formée par l'inondation d'un bassin peu profond ou par la prolifération de matière organique dans un lac (Caron (1980)[1]). On y retrouve généralement des tourbes constituées d'une accumulation d'herbacées, ou de plantes aquatiques ou sub-aquatiques, telles des cypéracées ou des roseaux (André (1981)[2]). Cet ensemble constitue ce que nous appellerons la tourbe d'herbacées (muck peat) (Fig. 1 et 2). Ce type de tourbe est généralement très décomposé (H 7 à H 10 à l'échelle von Post) (Caron (1980)[1]) et n'est pas d'un type intéressant pour l'horticulteur, pour les raisons décrites à la Figure 2.

Par contre, la tourbière ombrotrophe est d'une composition plus complexe que la minérotrophe. De fait, elle recouvre généralement une tourbière de type minérotrophe d'une coiffe de tourbe composée majoritairement de tourbe de sphaigne (Sphagnum sp). Elle est généralement de forme convexe, sa partie supérieure étant composée de tourbe de sphaigne peu décomposée (H 1 à H 3 sur l'échelle von Post), et elle supporte une végétation à dominance de sphaigne (Caron (1980)[1]).

Enfin, la tourbière mésotrophe est similaire à l'ombrotrophe, mais est formée dans des endroits où la surface est continuellement saturée par de très fortes pluies. Elle suit le relief du terrain et présente une accumulation en tourbe de sphaigne inférieure en épaisseur à celle retrouvée dans la tourbière ombrotrophe (Caron (1980) [1]). De plus, sa composition botanique est plutôt hétérotrophe.

L'industrie canadienne d'exploitation de la tourbe s'intéresse principalement aux tourbières ombrotrophes et mésotrophes. D'ailleurs, ce sont les types d'accumulation où l'exploitation commerciale de la tourbe horticole s'avère le plus rentable. L'un des principaux critères présidant à l'exploitation d'une tourbière est, outre une superficie minimale, un pourcentage élevé de tourbe de sphaigne (90%), de même qu'une accumulation d'au moins 6 à 10 pieds de tourbe (1.8 - 3.0 m). Seul le type ombrotrophe ou mésotrophe avancé peut offrir de telles conditions.

ASPECT MACRO ET MICRO-MORPHOLOGIQUES, COMPORTEMENT HYDRIQUE ET PROCESSUS D'ALTERATION DES DIFFERENTS TYPES DE TOURBE (Tourbe de sphaigne vs tourbe d'herbacée)

Les raisons pour lesquelles la tourbe de sphaigne est préférée à n'importe quelle autre en horticulture découlent de ses qualités physico-chimiques remarquables dues à une macro-morphologie et à

une micro-morphologie très particulières (Fig. 3 et 4). La sphaigne est une mousse dont seulement l'extrémité de la tige principale est vivante. Elle porte de nombreux rameaux secondaires couverts de feuilles minuscules qui leur donnent l'aspect de manchons allongés. La structure de ces feuilles est très particulière. Ainsi, sur leur face externe, on peut observer à l'aide d'un microscope, un assemblage de grosses cellules vides, les hydrocytes, maintenues à leur volume maximum par une armature spiralée, et en communication avec l'extérieur par de nombreux pores. Sur la face interne de la feuille, apparaît un maillage de cellules étroites sertissant les hydrocytes, et contenant les organes vitaux de la feuille. Dès leur mort, ces cellules constituent un réseau continu de canalicules creux (André (1981)[2]). Leur taux d'accumulation est d'environ 1 pied (30 cm) tous les 300 ans (Caron (1980)[1]).

COMPORTEMENT HYDRIQUE

Les tourbes de sphaignes, dépendant de leur stade d'évolution, offrent une capacité de rétention d'eau d'environ 8 à 20 fois leur poids sec (André (1981)[2]); ainsi 70% de cette eau est emmagasinée entre les feuilles, 20% dans les hydrocytes et le reste, dans les canalicules. Ce dernier 10% d'eau est cause de gonflement. L'énergie de rétention de l'eau s'accroît de la première à la dernière de ces trois fractions (André (1981)[2]) (Fig. 3).

Selon leur stade d'évolution, les tourbes d'herbacées retiennent

de 4 à 7 fois leur poids en eau. Cette capacité est toutefois limitée par le tassement, car la microporosité de départ est plus faible que dans le cas de la tourbe de sphaigne. Puisque la majeure partie de l'eau absorbé par cette tourbe en cause le gonflement, une importante réduction de volume s'ensuit lors du séchage. (André (1981)[2]) (Fig. 1).

ALTERATION DES DIFFERENTS TYPES DE TOURBE

La sphaigne s'altère par l'effeuillement de ses rameaux, l'érosion des membranes des hydrocytes et la décomposition progressive de la matière organique (André (1981)[2]) (Fig. 4). D'autre part, les herbacées s'altèrent le long des lignes de moindre résistance du tissu cellulaire à l'activité enzymatique, isolant les fibres entières, puis les fragmentant en éléments de plus en plus fins jusqu'à la consistance d'une boue riche en matière humique (André (1981)[2]) (Fig. 2).

FACTEURS GENERAUX AFFECTANT LES QUALITES PHYSICO-CHIMIQUES DE LA TOURBE DE SPHAIGNE

Les propriétés physico-chimiques des tourbes de sphaigne dépendent de plusieurs facteurs.

A - L'âge et la conservation naturelle des différents niveaux de la tourbière.

B - L'importance des autres espèces végétales présentes ou de bois décomposé, par exemple.

C - Le mode de récolte (tourbe aspirée ou coupée).

D - Le mode de séchage et de broyage de la tourbe avant sa mise en sac.

E - Les espèces de sphaignes composant la tourbe.

Dans le cadre de l'exploitation de la tourbe au Canada, il faut toutefois considérer que la tourbe de sphaigne provient de tourbières drainées depuis plus ou moins longtemps. Cette exposition atmosphérique aura pour effet d'accélérer au cours des ans la décomposition des dépôts de tourbe. Pour cette raison, on retrouve fréquemment à l'intérieur des couches peu profondes, des tourbes variant du blond (peu décomposées) au noir (très décomposées).

Ainsi, pouvons-nous mettre 4 points en évidence:

1. Des tourbes d'origine botanique différentes (tourbe de sphaigne vs tourbe d'herbacées) ont au même stade de décomposition des propriétés physico-chimiques très différentes.
2. Il n'y a vraiment que la tourbe de sphaigne (composée de sphaigne à 90% et plus) qui nous intéresse pour la préparation des substrats de culture, en raison de ses qualités physico-chimiques.
3. En se limitant aux tourbes de sphaigne provenant du même type de dépôt (de composition botanique à prédominance de Sphagnum sp), il devient possible de dresser un tableau des caractéristiques physico-chimiques des tourbes en fonction de leur niveau de décomposition.

4. Enfin, il apparaît clairement qu'une méthode d'évaluation de la tourbe comme celle de von Post s'avère trop générale pour donner une idée juste des caractéristiques physico-chimiques liées à l'horticulture, du fait justement que cette méthode peut s'appliquer à des matériaux d'origines botaniques très différentes (tourbe d'herbacée vs tourbe de sphaigne) .

CARACTERISTIQUES PHYSIQUES ET PHYSICO-CHIMIQUES DE DIFFERENTES TOURBES DE SPHAIGNE

Comparativement à la culture sur sol minéral dans le champ, le problème principal posé par la culture sur substrat de tourbe est le volume restreint exploré par les racines. Ce volume est souvent très inférieur à celui parcouru par les racines dans les sols en place. Le substrat de tourbe doit, de ce fait, posséder une importante proportion des éléments essentiels à la croissance des plantes: l'air, l'eau et les éléments minéraux.

En regard de ces besoins, la sélection ou le traitement de la tourbe permettra de pourvoir avec précision aux besoins en air et en eau en contrôlant les propriétés physiques qui influencent les pourcentages d'air et d'eau, soit:

1 - La vitesse de percolation, 2 - la teneur en fibres et leur volume ou la texture des fibres, 3 - le coefficient de compaction et l'irréversibilité au mouillage, 4 - le potentiel de rétention

d'eau, 5 - la détermination du pF auquel est atteinte la capacité au champ (Rose (1979)[3]) (Tableau 1).

L'aspect physico-chimique tient compte des facteurs suivants (Tableau 2):

1 - Le pourcentage de matière organique non-décomposée

2 - Le contenu total de calcium

3 - Le pH

4 - La concentration en acide humique (la concentration en acide humique et la teneur en fibres (%) sont corrélées (Fuchsman (1980)[4])

5 - La capacité d'échange cationique totale à pH 7 (pH voisin de celui des cultures)

Il suffit de sélectionner le type de tourbe qui possède les caractéristiques les mieux adaptées à l'usage horticole qu'on veut en faire (Tableau 3).

POTENTIEL HORTICOLE DE DIFFERENTES TOURBES DE SPHAIGNE COMME INGREDIENTS DE SUBSTRATS ARTIFICIELS

Le substrat idéal en horticulture serait un matériau présentant un rapport approprié entre les phases solide, liquide et gazeuse, un pH adapté à la culture projetée et un effet tampon important. Ce substrat devrait également fournir une source équilibrée et relativement stable de nutriments pendant au moins une saison de croissance. Enfin ce substrat devrait être exempt de parasites,

de mauvaises herbes, et de résidus d'herbicides. Idéalement ces caractéristiques devraient être stables.Des niveaux optimums théoriques pourraient être proposés comme valeurs moyennes pour les propriétés majeures suivantes (Tableau 4):

1 - Vitesse de percolation

2 - Volume d'air à capacité au champ

3 - Capacité d'échange cationique totale à pH 7

4 - pH

5 - Conductivité

6 - Coefficient d'irréversibilité pour le remouillage. (Il s'agit ici du % du volume d'eau initialement perdu que la tourbe ne peut pas récupérer).

Il est donc nécessaire que les ingrédients entrant dans la composition d'un substrat (perlite, vermiculite, tourbe) soient dosés de façon à se rapprocher le plus possible des caractéristiques physiques et physico-chimiques souhaitables pour la culture envisagée.

CONCLUSION

Il devient clair au terme de ces considérations techniques, que la tourbe de sphaigne est le matériau par excellence pour la préparation de substrats horticoles. Cependant, la préparation de substrats de tourbe pour l'utilisation en horticulture (culture en récipients), nécessite une évaluation rigoureuse de la tourbe. En effet, c'est le choix de tourbe qui déterminera le

potentiel horticole du substrat en question. Bien sûr, la perlite et la vermiculite viendront modifier à divers niveaux les caractéristiques globales du substrat, mais la part tellement importante occupée par la tourbe (50%) dans les substrats de ce genre, aura pour effet de donner au mélange fini des caractéristiques physiques et physico-chimiques sensiblement à l'image de la tourbe utilisée. Chez PREMIER, le choix de la tourbe entrant dans la composition des substrats est ainsi rigoureusement controlé.

Nous croyons donc, à la lumière de ces paramètres, qu'il serait hasardeux, sinon dangereux, de procéder à la préparation de substrats à base de tourbe sans considérer la diversité des tourbes de sphaigne actuellement extraites au Canada.

REFERENCES

1. CARON, HARVE
1980. La tourbe. Techniques modernes d'exploitation et utilisation à travers le monde.

2. ANDRE, J.-P.
1981. Structure morphologique des tourbes en relation avec leurs propriétés physiques.
Station d'agronomie et de physiologie végétale, 45 boulevard de Cap, 06602 Antibes
P.H.M. - Revue horticole. no. 221, novembre 1981.

3. ROSE, C.W.
1979. Agricultural Physics.
Permagon International Library, Permagon Press.

4. FUCHSMAN,C.H.
1980. Peat. Industrial Chemistry and Technology.
Center for Environmental Studies Division of Science and Mathematics, Bemidji State University, Bemidji,

Minnesota, Academic Press.

5. RIVIERE L.-M.
1980. Importance des caractéristiques physiques dans le choix des substrats pour les cultures hors sol. P.H.M. - Revue Horticole no. 209, août, septembre 1980.

6. PUUSTJARVIS V.
1980. The content of water soluble nutrients in peat extract from peat culture. Peat Congress 1980. International Peat Society. Proceedings of the 6th International Peat congress. Duluth, Minnesota, U.S.A.

7. REDLICH, G.C. and VERDURE, M.
1975. Le comportement physique des tourbes et terreaux en cours de culture. Laboratoire agronomique du S.A.S. 78440 Gardenville. P.H.M. - Revue Horticole no. 160, octobre 1975.

8. GRANDMAISON, JACQUES
"PREMIER" - communication personnelle.

9. RADFORTH, N.W.; BRAWNER C.O.
1977. Muskeg and the Northern Environment in Canada. Muskeg Subcommittee of NRC Associate Committee on Geotechnical Research. University of Toronto Press.

10. LUCAS ROBERT E. and RICKE PAUL-E
1965. Farnham Rouse S. Peat for soil improvement and soil mixes. Extension Bulletin no. 516, Farm Science Series. Cooperative Extension Service. Michigan State University.

11. BRADY, NYLE C.
1974. The Nature and Properties of Soils. 8th edition,Macmillan Publishing Co. Inc., New York.

12. LEVESQUE, M. and MORITA, H.
1981. Les propriétés physiques, chimiques et morphologiques de quelques tourbes du Québec et de l'Ontario. Direction générale de la recherche, Agriculture Canada.

13. LUCAS, R.E. and DAVIS,J.P.
1961. Relationships between pH values of organic soils and availabilities of 12 plant nutrients. Michigan State University, Soil Science Vol. 92, No. 3, Sept. 1961.

14. CORNELL UNIVERSITY
1979. Cornell University recommendation for commercial floriculture crops. N.Y. State College of Agriculture and Life Science, Cornell University. Sept. 1979.

TABLEAU 1

RELATION ENTRE LE NIVEAU DE DECOMPOSITION DE LA TOURBE ET LES CARACTERISTIQUES PHYSIQUES
(Tourbe à prédominance de sphaigne)

	TOURBE BLONDE (très peu décomposée)	TOURBE INTERMEDIAIRE (décomposition moyenne)	TOURBE HUMIFIEE (très décomposée)
Teneur en fibres	Elevée, presque complètement fibreux	Mélange en parties égales de fibre et de matière décomposée	Composée presqu'uniquement de matière végétale décomposée
Texture (2)	Chevelue	Plus plastique	Très plastique (cireuse)
Niveau d'aération(5)	Niveau d'aération à pF2: plus de 30%	Niveau d'aération à pF2: 20%à30%	Niveau d'aération inférieur à 20%
Potentiel de rétention d'eau (6,7,8)	2000% 100%	700% 100%	300% 100%
Capacité de réhumectage(5)	Maximale	Moyenne	Faible à nulle
Drainage(5)	Très rapide	Moyen	Lent
Vitesse de percolation(5)	200 ml/5 min	120 ml/5 min	30 ml/5 min

TABLEAU 2

RELATION ENTRE LE NIVEAU DE DECOMPOSITION DE LA TOURBE ET LES CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES
(Tourbe à prédominance de sphaigne)

	TOURBE BLONDE (très peu décomposée)	TOURBE INTERMEDIAIRE (décomposition moyenne)	TOURBE HUMIFIEE (très décomposée)
Matière organique non décomposée (9)	90 à 99%	80 à 90%	50 à 80%
Calcium total (8)	Très peu: 600 ppm	Très peu: entre 600 et 1000 ppm	2000 ppm
pH (6,7,8,10)	3.5 à 4.5	3.5 à 4.5	3.5 à 6
Concentration en acide humique (6,7,9)	Très faible	Croissante	Passablement élevée à très élevée
Capacité d'échange cationique à pH7 (11,12,13)	80 me/100 g	Entre 100 et 150 me/ 100 g	Entre 150 et 250 me//100 g

TABLEAU 3

TYPES D'INFLUENCES PREVISIBLES DE L'UTILISATION DE TELLES TOURBES SUR LA RENTABILITE D'UN SUBSTRAT HORTICOLE

TOURBE BLONDE (très peu décomposée)	TOURBE INTERMEDIAIRE (décomposition moyenne)	TOURBE HUMIFIEE (très décomposée)
1- Ne peut agir de support physique adéquat pour les plantes.	1- Excellent support physique.	1- Trop compacte.
2- Trop aérée; l'eau s'évapore trop rapidement, rendant impossible toute planification l'arrosage.	2- Sèche uniformément à un rythme optimum.	2- Aucune aération; asphyxie des plantes et très faible développement des racines.
3- En raison du drainage très rapide et de la faible capacité d'échange cationique fertilisants appliqués seront lessivés rapidement et presque complètement. L'utilisation d'engrais soluble porte à l'acidification hâtive.	3- Apte à retenir parfaitement les fertilisants appliqués, assurant aux plantes la meilleure alimentation possible.	3- Apparition de pourriture des racines et de champignons, de signes d'asphyxie et de compactage du substrat.

TABLEAU 4

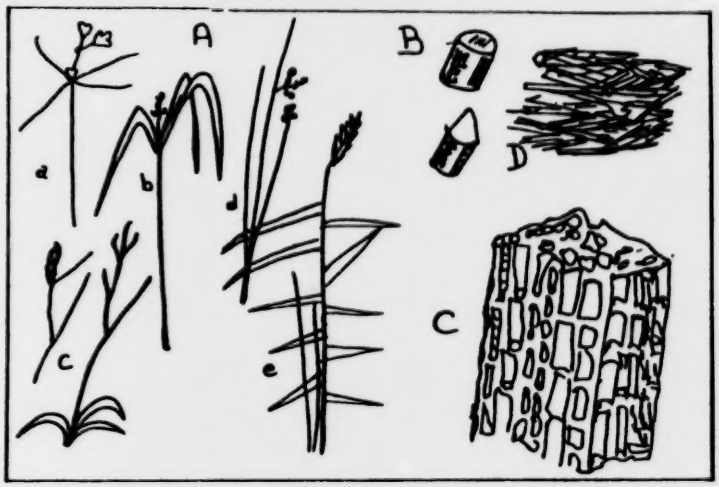
NORMES OPTIMALES THEORIQUES POUR UN MELANGE A BASE DE TOURBE AFIN D'ASSURER UN RENDEMENT HORTICOLE IDEAL

Critère retenu	Symbole	Valeur optimale	Unités de mesure
Vitesse de percolation(8)	Vi	450 à 500	cm /5 min
Vol. air à pF2 (5,7)	Va	20 à 30	% du vol total
Capacité d'échange cationique à pH7 (11)	CEC	150	me/100 g
Conductivité (14)	C	2	millimhos
pH (9,13)	Varie de 5.0 à 6.5 selon la culture		
Coefficient d'irréversibilité I(7)		10 à 15	% du volume inialement perdu que la tourbe ne peut pas reprendre

Ces normes seraient souhaitables pour toute culture de plantes ornementales non ligneuses, ayant un système de racines bien développé. (Les plantes ligneuses sont trop lourdes pour de tels mélanges à faible densité apparente.) Ceci inclut toutes les annuelles, bisannuelles et vivaces non ligneuses, ainsi que la totalité des espèces maraîchères.

FIGURE 1

ASPECT MACRO ET MICRO-MORPHOLOGIQUE DES TOURBES D'HERBACEES



A- Tourbe d'herbacées
   a - Famille des cypéracées
   b - Scirpe
   c - Carex
   d - Jonc
   e - Phragmites ou roseau

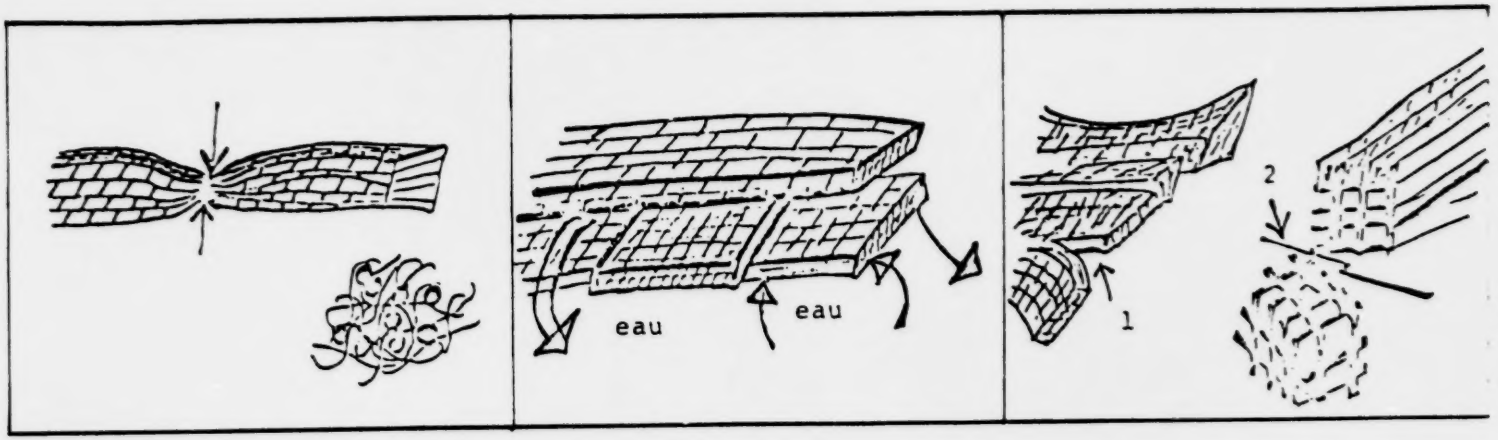
B- Coupe transversale d'une tige d'herbacée (creuse ou remplie de moelle)

C- Intérieur d'une tige (cellules cylindriques de section rectangulaire ou polyhédrique, séparées par des cloisons transversales)

D- Aspect d'une petite quantité de tourbe herbacée plus ou moins décomposée (matériel fibreux composé de brins aplatis)

FIGURE 2

COMPORTEMENT HYDRIQUE ET ALTERATION DES TOURBES D'HERBACEE



Eau

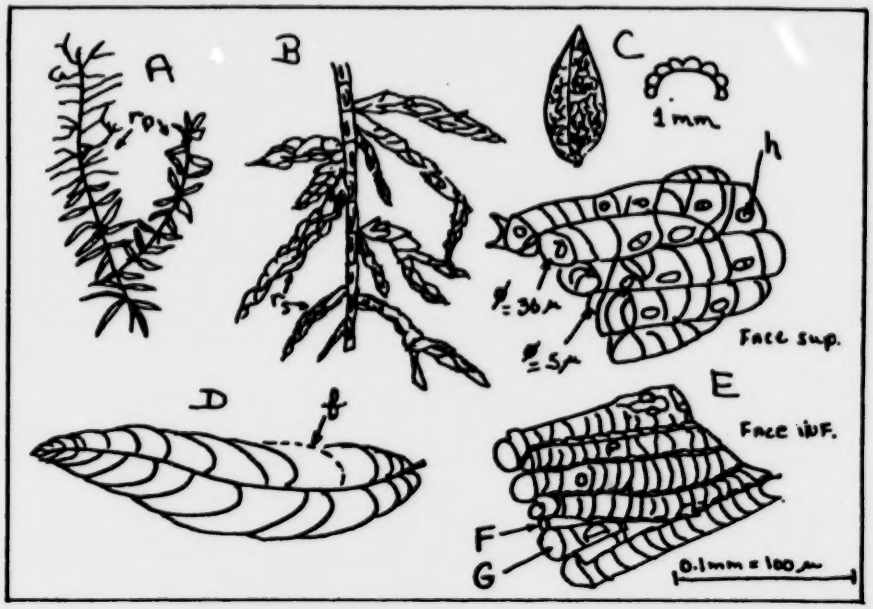
- Faible résistance au tassement à l'état humide
- Bonne cohésion des fragments de tourbe entre eux

- Porosité partiellement ouverte
- Rétention d'eau moyenne
- Gonflement des tissus par hydratation
- Rétrécissement au séchage
- Aération limitée

- Fragmentation longitudinale et transversale des tissus

FIGURE 3

ASPECT MACRO ET MICRO-MORPOLOGIQUE DES TOURBES DE SPHAIGNE



A- Tige à 2 rameaux principaux (rp)

B- Rameaux secondaires (rs)

C- Feuille entière et coupe transversale

D- Coupe longitudinale d'un rameau secondaire
f- aspect poreux d'une feuille

E- Face supérieure et inférieure d'une feuille (microscope électronique) H- hydrocyte

F- Cellule chlorophyllienne

g- Cellule hyaline

FIGURE 4

COMPORTEMENT HYDRIQUE ET ALTERATION DES TOURBES DE SPHAIGNE

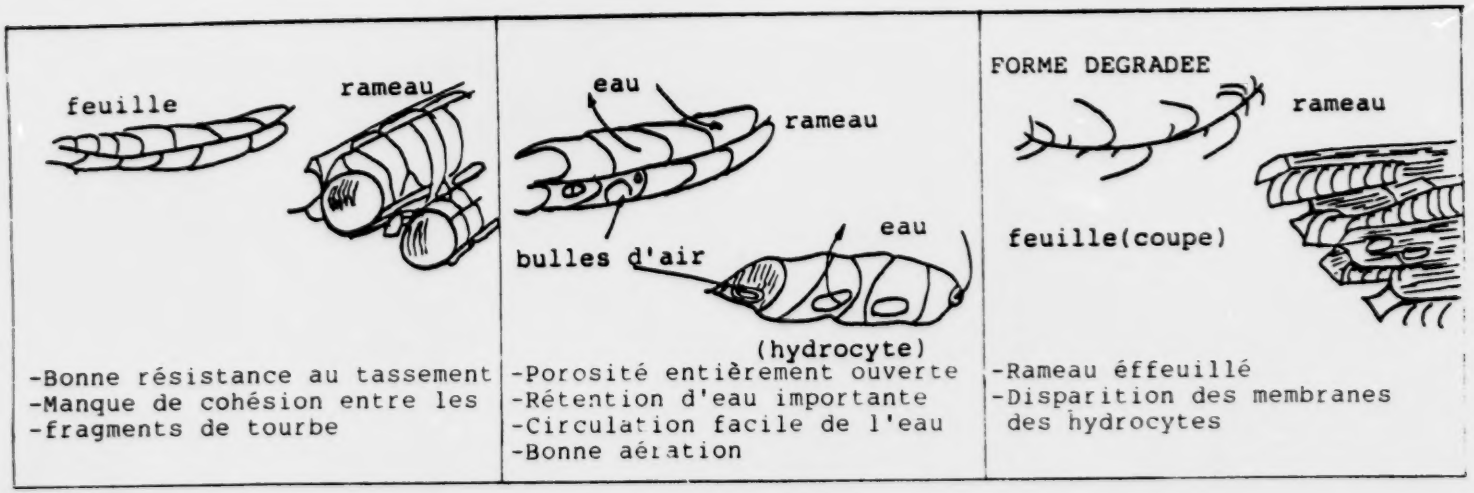


FIGURE 1 à 4 - Tirées de: P.H.M. - Revue Horticole, no.221, Novembre 1981

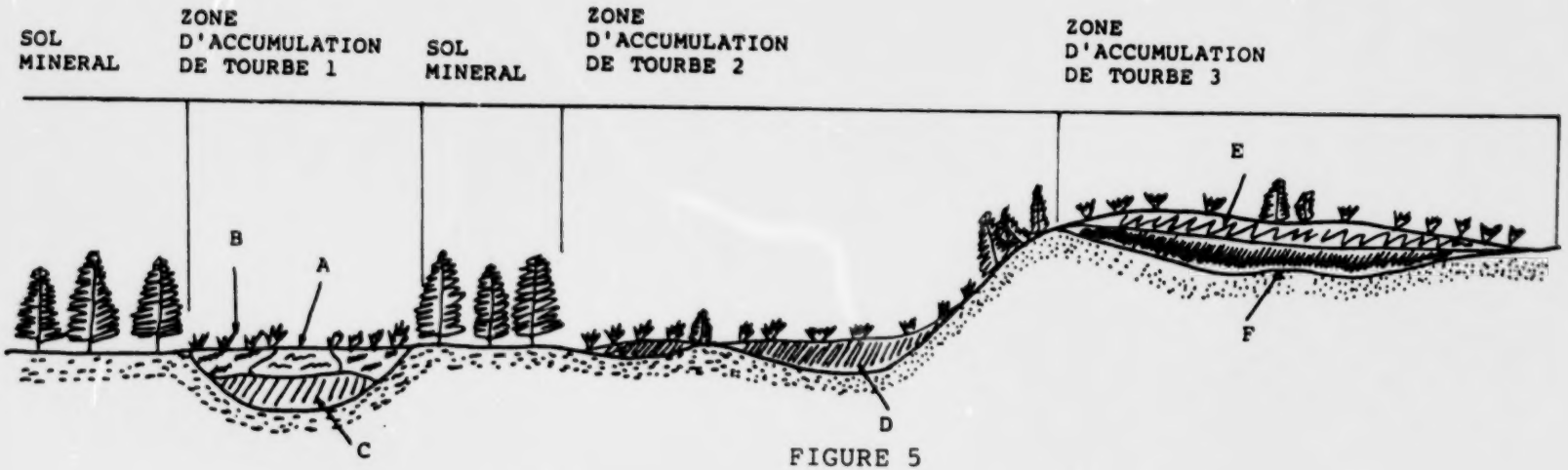


FIGURE 5

DIAGRAMME SIMPLIFIE D'UNE TOURBIERE DE TYPE MINEROTROPHE

1 - Etang rempli de végétation
  A) Masse d'eau
  B) Sédiments accumulés de plantes semi-aquatiques(tourbe d'herbacées)

2 - Zone de paludification forestière. Couches supérieures composées de sphaigne, de débris et d'arbustes décomposés. Couches inférieures composées de roseaux et d'arbustes (carex, cypéracées). Généralement très décomposée. H5-8 (D)

3 - Même type d'accumulation qu'en 2, mais la couche profonde est composée de bois décomposé. H 8 - 9 (F)

Tiré de: Evaluation of Peat in Ontario, Monenco,Ont. Ltd.
Occasional Paper No. 7, Ministry of Natural Resources,
Ontario, 1981, p. 33

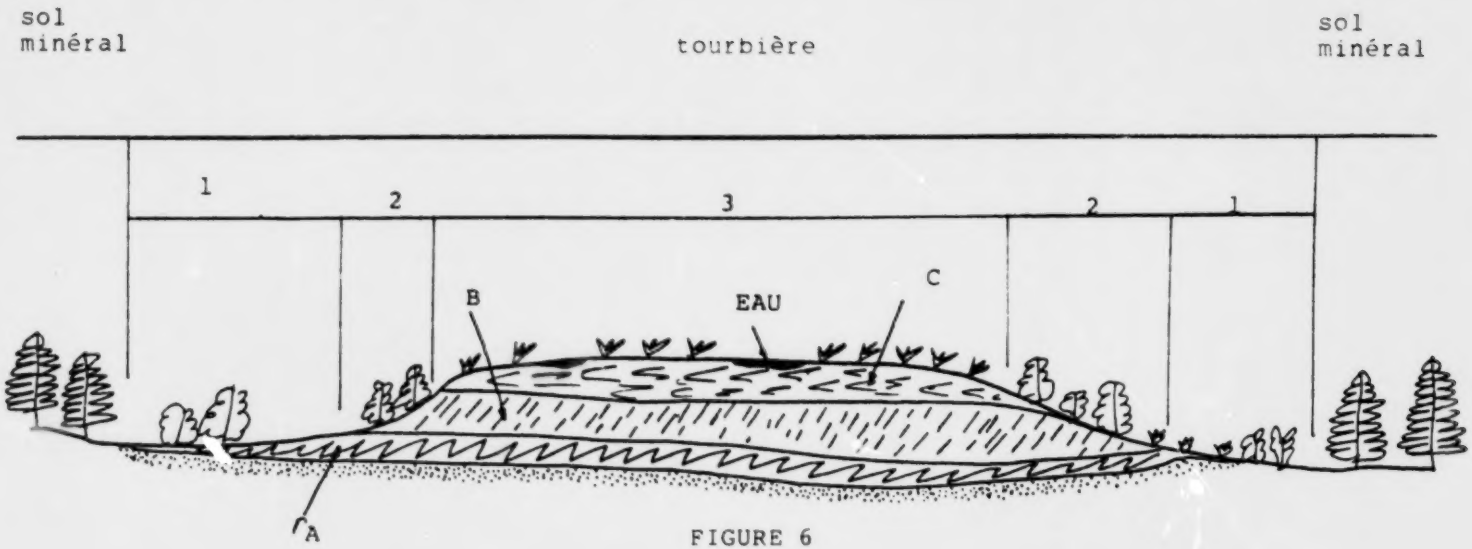


FIGURE 6

DIAGRAMME SIMPLIFIE D'UNE TOURBIERE DE TYPE OMBROTROPHE

1 - ZONE MINEROTROPHE: A.Composée de roseaux et de sphaigne.H4-9.

2 - ZONE MESOTROPHE: B. Composée d'épinette noires, d'arbustes, d'herbacées et de sphaigne plus décomposés en raison d'un plus haut niveau d'aération. H2-6.

3 - ZONE OMBROTROPHE: C. Composée en majorité de sphaigne. Mauvais drainage. Petits lacs résiduels en surface. Présence occasionelle de linaigrette Eriophorum. H1-3.

Tiré de: Evaluation of Peat in Ontario, Monenco Ont. Ltd.
Occasional Paper No. 7, Ministry of Natural Resources of Ontario, 1981, p. 32.

SESSION 6

L'UTILISATION DE LA TOURBE

EN AGRICULTURE ET DANS LE

SECTEUR FORESTIER

GESTION DES CULTURES EN SOLS ORGANIQUES TRES DECOMPOSES

MANAGEMENT OF MUCK CROPS

Mathew Valk
Senior Muck Crops Specialist
Muck Research Station
Horticultural Research Institute of Ontario
Kettleby, Ontario

RESUME

L'utilisation agricole des sols organiques existe depuis des siècles. De nombreuses cultures sont adaptées aux sols organiques. Les cultures en terre noire comportent une grande diversité de légumes, certains produits des champs et le gazon. Le principal problème de la mise en valeur des sols organiques est la subsidence. Le taux de subsidence peut être minimisé par un système de gestion des eaux bien conçu, l'utilisation du cuivre et de brise-vent et des méthodes efficaces de culture. Les sols organiques manquent de plusieurs éléments essentiels et de micronutriments. Des essais de sols étayés par plusieurs travaux sur le terrain ainsi que l'expérience acquise devraient servir à formuler des recommandations fiables sur les nutriments des plantes pour les cultures en terre noire. Les sols organiques mis en valeur sont une ressource naturelle en voie de disparition. Avant de commencer toute mise en valeur agricole d'envergure, il faudrait d'abord en examiner les aspects économiques.

La profondeur du sol, le pH, le type de matériaux sous-jacents, la faisabilité du drainage et le coût du défrichement sont des facteurs physiques qui détermineront si une entreprise agricole en sol organique réussira. Il faut également tenir compte des aspects majeurs, comme la perturbation ou la destruction de l'environnement naturel, la faune et le potentiel d'emmagasinage de l'eau, pour toute mise en valeur d'un dépôt organique.

ABSTRACT

Agricultural use of organic soils has been going on for centuries. Many crops are adapted to organic soil. The muck crops include a wide variety of vegetables, some field crops and sod. Subsidence is the main problem with any development of organic soils. The rate of subsidence may be minimized by a well designed water management system; the use of copper, windbreaks and intelligent cultivation. Organic soils are deficient in several essential major and micro-nutrients. Soil tests backed up by a number of field experiments as well as experience should

be employed to provide reliable plant nutrient recommendations for muck crops. Organic soils when developed are a disappearing natural resource. Before major agricultural development is begun, the economic aspects must first be considered.

Depth of soil; the pH; the type of underlying material; the practicality of drainage and the cost of clearing are physical factors which will determine whether an agricultural enterprise on organic soils will be successful. In any development of an organic deposit, the disruption or destruction of the natural environment, the wildlife and the water storage potential are also major items to be taken into consideration.

INTRODUCTION

L'utilisation des sols organiques pour l'agriculture remonte au seizième siècle, bien qu'il soit très possible qu'ils furent utilisés antérieurement pour la production de fourrage et pour le pâturage. Les sols organiques contiennent très peu de matière minérale et leur profondeur varie de quelques centimètres à plusieurs mètres. Pour les besoins agricoles, on ne tient compte que des dépôts organiques ayant une profondeur d'un ou plusieurs mètres. L'exploitation des sols organiques pour les usages agricoles exige premièrement l'étude d'une série de facteurs physiques afin de déterminer si ces sols conviennent aux besoins. Avant de développer un dépôt organique pour fin agricole, plusieurs facteurs doivent être considérés: la profondeur, le pH, le type de matériau sous-jacent, la possibilité de drainage, le coût pour le défrichement et/ou l'endigage et les espèces prévues pour la culture.

LES CULTURES ADAPTEES AUX SOLS ORGANIQUES

En Ontario, les légumes les plus communément cultivés dans les

sols organiques sont: les oignons, les carottes, la laitue, le céleri, la pomme de terre, le panais, le chou, le chou-fleur, le brocoli, l'endive, l'escarole, le radis, l'épinard, la betterave rouge et quelques cultures orientales comme le chou-chinois et le pak-choi. Dans certaines régions, il faut reconnaître que la production du gazon sur sol organique devient très répandue. Le maïs, la betterave à sucre, la menthe et les petits grains sont des cultures adaptées au sol organique; cependant l'exploitation des sols organiques pour la production de ces espèces est trop dispendieuse. Toutefois, les bleuets, les canneberges et les plantes qui préfèrent un sol acide peuvent être cultivées sur les tourbières.

LA SUBSIDENCE

Un phénomène qu'on appelle subsidence se produit lorsqu'on exploite les sols organiques pour des fins agricoles. Cet affaissement de la surface du sol est grandement influencé par l'oxydation, qui en retour, est affecté par l'activité microbienne aérobie et le niveau de la nappe phréatique. La subsidence est aussi influencée par d'autres facteurs: le compactage, l'érosion par le vent et l'eau, le rétrécissement, la déshydration, ainsi que la gestion des cultures.

L'affaissement du terrain sous le gazon et sous un bâtiment temporaire du Muck Research Station démontre comment l'oxydation est un facteur important de la subsidence. Construit sur pilotis

en 1947, ce bâtiment était, en 1971, à 75 cm au-dessus du niveau du sol. Evidemment, dans ce cas-ci, l'oxydation en est la cause première puisque les facteurs comme le labourage, le compactage, l'érosion par l'eau et le vent n'ont pas contribué à ce changement.

Le contrôle du niveau de la nappe phréatique peut réduire la subsidence. Quand on draine les sols organiques, l'oxygène pénètre dans le sol; alors survient un changement au niveau des bactéries du sol: les bactéries aérobies deviennent prédominantes sur les bactéries anaérobies. Ces premières, combinées à l'oxygène du sol aéré, sont des agents plus puissants pour la décomposition de la matière organique que les dernières et les conditions existantes pendant la formation des sols organiques. A la suite de l'aération, la matière organique est décomposée en des éléments nutritifs solubles: l'eau, le gaz carbonique et les cendres. Aussi longtemps qu'il y a présence d'oxygène, la décomposition aérobie de la matière organique se poursuit, et même plus rapidement à haute température.

Eventuellement, tous les sols organiques développés vont disparaître. Par contre, là où il existe une bonne couche de sol organique et qu'un drainage est économiquement possible, on peut mélanger cette matière organique avec le sol minéral sous-jacent pour en faire un mélange à haute teneur organique. L'incorporation dans le sol des résidus de plantes cultivées solutionnera partiellement les problèmes de la perte de sol

organique. Une autre bonne protection serait la production de cultures de surface après la récolte commerciale des légumes. Toutefois, cette pratique n'est pas répandue pour les raisons suivantes: premièrement, le temps est limité pour produire des cultures de surface après la récolte de produits pour le marché, et deuxièment, la quantité de résidus des plantes récoltées est négligeable dans la plupart des cas.

LA GESTION DES EAUX

Les points importants dans la préservation des sols organiques sont la gestion et le contrôle des eaux. Il faut, contrôler le drainage par un système qui abaisse, selon les besoins, la nappe phréatique afin d'obtenir une bonne production en plus d'assurer d'une bonne protection contre les dommages causés par les pluies abondantes. Le niveau souhaitable de la nappe phréatique varie selon l'espèce cultivée. Le Tableau 1 peut servir de guide pour déterminer la profondeur adéquate de la nappe phréatique pour un rendement optimal (Valk (1980)[1]).

Il est fortement recommandé que les services d'un ingénieur qualifié en drainage soient retenus pour l'élaboration et la mise en place d'un système pour le contrôle des eaux.

Dans tout système de drainage efficace, l'enlèvement rapide des eaux de surface, et de drainage sont des facteurs importants. D'ailleurs, les canaux ouverts de drainage sont beaucoup plus

économiques et sont essentiels dans un dépôt organique qu'on veut récupérer. Cependant, on doit prendre en considération la perte de surface cultivable occasionnée par ce système et rappeler qu'un système de drainage souterrain est impraticable au cours des premières années d'exploitation, puisque l'abaissement de la nappe phréatique cause un compactage de la matière organique. Si on procédait à l'installation de tuyaux de drainage au cours de la première année du développement, la distance entre ces tuyaux et la surface du sol serait reduite d'au moins 50 cm sur une période de 3 ou 4 ans à cause du compactage du sol. D'autre part, les canaux ouverts devront être nettoyés régulièrement et pendant une tempête de vent, le sol les remplira à nouveau. Le poids du sol et l'eau de drainage entraînent dans les canaux la terre noire colloïdale retrouvée communément dans les tourbières bombées. Cependant, l'herbe qui pousse en bande de 1 mètre de largeur sur le bord des canaux prévient cette érosion des côtés, mais pour différentes raisons, les producteurs préfèrent garder le bord des canaux dégagés de toute végétation.

L'innovation la plus importante depuis 25 ans dans le domaine du drainage est l'utilisation de tuyaux de plastique. Ils sont de beaucoup supérieurs aux canaux ouverts puisqu'ils peuvent drainer le surplus d'eau au moment des pluies abondantes et durant le dégel du printemps, en plus d'offrir la possibilité d'être utilisés pour l'irrigation souterraine.

Ces tuyaux ont normalement un diamètre de 10 cm et sont placés

approximativement à une profondeur de 100 cm et parfois même plus, selon les caractéristiques de drainage de la terre noire et de la tourbe. La distance entre les tuyaux varie selon la perméabilité et la profondeur du dépôt organique, et si ce système sera employé ou non pour l'irrigation souterraine. L'espacement normal entre les tuyaux est de 10 à 15 mètres afin d'irriguer rapidement et efficacement le sol dans des conditions normales; où il y a bon assèchement naturel du sol et élimination de l'eau au printemps et pendant les pluies abondantes.

Cette irrigation peut être effectuée par le refoulement de l'eau jusqu'au niveau des tuyaux en utilisant un barrage dans le canal de drainage principal. Le coût réduit de ce système rend cette possibilité très intéressante en autant que la perméabilité du sol soit bonne et que le niveau du terrain soit assez uniforme.

Un système plus efficace existe lorsque de l'eau provenant d'un étang, un canal ou une rivière entre à l'extrémité où le niveau du tuyau sous-terrain est plus élevé. Les entrées sont contrôlées par des valves suffisamment ouvertes permettant à l'eau de s'échapper à l'autre extrémité du tuyau. En contrôlant le niveau de l'écoulement, le niveau de la nappe phréatique est ainsi contrôlé. La réserve d'eau doit être suffisante pour compenser toutes les pertes (absorption par les plantes, évaporation), en plus d'être capable d'élever le niveau de la nappe phréatique si nécessaire. La Figure 1 (Valk (1980)[1])

décrit comment un tel système peut contrôler le drainage. En dehors de la saison des récoltes, le niveau de la nappe phréatique est près de la surface su sol. Vers le début mars, le niveau de la nappe phréatique est abaissé graduellement afin de permettre le labourage et les semences au printemps; elle se maintient plus ou moins constante pendant la période de croissance à un niveau optimal pour la culture. A l'automne, une fois les récoltes terminées, le niveau de la nappe phréatique est remonté près de la surface, où il se maintiendra jusqu'au début du prochain cycle le printemps suivant. Ce cycle est idéal lorsque la température et tous les autres facteurs se comportent comme prévu; cependant, dans la pratique, le niveau de la nappe phréatique variera. Quand on prévoit des pluies abondantes, il est préférable d'abaisser le niveau de la nappe phréatique afin de prévenir les dommages aux systèmes de racines. Les avantages de l'irrigation souterraine comparativement à l'irrigation par gicleur sont: l'eau alcaline n'est pas appliquée en surface; il y a moins de chance de propager les maladies des plantes; diminution du problème de mauvaises herbes; et moins d'interférence avec le labourage.

L'irrigation en surface est nécessaire lorsque l'irrigation par voies souterraines n'est pas possibles comme dans des terrains accidentés. Certains types de terre noire doivent être protégé de l'érosion éolienne. En plus des brise-vent, on arrose pour stabiliser la surface du sol afin d'empêcher les dommages aux jeunes plantes causés par l'érosion éolienne.

REACTION DU SOL ET CHAULAGE

Le pH des sols organiques du sud de l'Ontario varie de 4.0 à 7.5. Certains facteurs sont à l'origine de l'acidité de ces sols, comme la présence de composés organiques, d'hydrogène échangeable et du sulfure de fer. Les conditions alcalines sont souvent causées par la combustion (les cendres peuvent augmenter le pH de 1 à 1.5 unités lorsqu'on brûle 30 cm de sol organique), par la présence de chaux, de marne ou de coquillages, ou par un surplus de chaux. Habituellement, on recommande le chaulage lorsque le pH est en-dessous de 5.0.

Dans l'est de l'Ontario et du Québec, les tourbières bombées nécessitent une grande quantité de chaux. Il a été démontré que l'application de 15 à 30 tonnes de chaux par hectare est nécessaire afin d'élever le pH à des niveaux acceptables pour la production des légumes (Jasmin et Hieney (1960)[2]). Pour une production continue sur les tourbières bombées et acides, l'acidité du sol au niveau des racines doit être corrigé en y incorporant de la chaux finement broyée. Lors du chaulage de la tourbe et de la terre noire, il y a très peu de mouvement latéral de la chaux (Lucas (1982)[3]); c'est pourquoi il est essentiel d'obtenir un bon mélange en utilisant une herse à disques ou encore mieux, un rotoculteur. Certaines cultures à racines profondes (e.g. les carottes) ont besoin d'un mélange en profondeur: la moitié de la chaux sera labourée en profondeur après avoir été mélangée à la surface et l'autre moitié appliquée

après le labourage. Une application de 25 tonnes de chaux par hectare et mélangée avec 18 cm de sol, augmentera le pH de 0.2 unité (Davis et Lucas (1959)[4]).

Plusieurs facteurs, telle la sensibilité des jeunes plantes au contenu de calcium actif, modifient le pH optimal pour une croissance satisfaisante. En général, le pH minimal suggéré est de 4.5 pour les sols organiques dérivés de la sphaigne et pauvres en Fe et en Al, de 4.0 pour les sols organiques à base de bois et de carex, et un pH de 2.5 à 5.6 pour les autres types de sols, selon leur teneur en sesquioxyde. Le chaulage pour obtenir un pH e 6.0 ou plus, comme pour les sols minéraux, augmente les coûts de production et réduit la disponibilité du Mn, du Zn, du B et du P (Lucas (1982)[3]).

BESOINS EN ELEMENTS NUTRITIFS DES ESPECES CULTIVEES

A l'état naturel, les sols organiques sont pauvres en éléments nutritifs. Cette carence est plus prononcée dans les tourbières bombées et acides qui dépendent des retombées d'éléments de l'air et de l'eau de pluie pour s'alimenter. Plusieurs facteurs, tels la superficie et les espèces cultivées, la quantité d'eau de pluie,le nombre d'années en cultures et la profondeur du dépôt de sol,contribuent à déterminer la quantité d'engrais recommandée.

AZOTE

Les micro-organismes du sol sont affectés par la température,

l'humidité et l'aération, donc, il s'ensuit une variation de la quantité d'azote disponible aux plantes selon les saisons. Les sols organiques contiennent de 0.5 à 3.5% d'azote. Suite à la décomposition par les micro-organismes du sol, l'azote est libéré sous forme inorganique. Dans les climats nordiques, la production de légumes nécessite un engrais riche en azote surtout au début de la période de croissance, puisque la nitrification est retardée par les températures fraîches. En juillet et août, les quantités d'azote sont souvent excessives pour des espèces comme la pomme de terre: la partie aérienne de la plante pousse trop rapidement au détriment des tubercules. La quantité d'azote liberée dans l'entourage des racines est modifiée par le niveau e la nappe phréatique. L'aération et la température du sol sont aussi influencées par une nappe phréatique élevée et par conséquent, cette dernière affecte le besoin d'engrais riche en azote. Les pluies abondantes entraînent des carences en azote. Une période prolongée d'humidité entraîne une dénitrification rapide de l'azote disponible, causant ainsi une perte considérable de racines; un engrais riche en azote est alors nécessaire, en plus d'une bonne aération du sol, pour favoriser la croissance des plantes.

Aucune recommandation ne peut s'appliquer à toutes les conditions quant à la fréquence ni au taux d'application d'un fertilisant riche en azote. Le Tableau 2 nous présente quelques recommandations suggérées pour la production de légumes dans le sud de l'Ontario (OMAF (1982)[5]).

PHOSPHORE

Le phosphore est un élément essentiel au développement des racines. Cet élément nutritif est d'une importance majeure pour les jeunes plants et pour les plants repiqués. Dans les sols organiques, la fixation du phosphore varie beaucoup et semble être reliée aux contenus de Fe, Al et Ca.

Les sols organiques ayant un contenu peu élevé de cendre et de sesquioxydes ont une capacité très faible d'absorption du phosphore; ces sols requièrent de fortes concentrations d'engrais phosphoré pour compenser le faible niveau de composés tampons phosphorés (Lucas (1982)[3]).

Après avoir fertilisé certains sols organiques du sud de l'Ontario pendant plus de 20 ans, les analyses démontrent toujours une haute teneur en phosphore. Pour les cultures de légumes dans la région de Bradford, les besoins annuels en phosphore dépassent rarement 20 kg/ha de P_2O_5. Lorsque les analyses de sol indiquent un niveau de phosphore trop élevé, on recommande l'application d'engrais sans phosphate ce qui ne semble pas affecter la production ou la qualité des récoltes. Puisque l'absorption et la fixation du phosphore dans les sols organiques diffèrent tellement des sol minéraux on doit compter sur les analyses de sol faisant usage d'extracteurs chimiques calibrés au champ pour recommander les quantités requises de phospore.

POTASSIUM

Dans les sols organiques, l'élément nutritif le plus recherché est le potassium. La teneur en potassium des sols organiques est moins d'un dixième de la quantité trouvée dans les sols minéraux. Bien que les sols organiques ont une grande capacité d'échange cationique, l'adsorption du potassium dans le complexe organique est faible et le lessivage cause un problème, surtout si les sols sont fortement fertilisés. Les sols organiques développés en Ontario contiennent une grande quantité de calcium et de magnésium, et alors ces sols exigent de plus grandes quantités de potassium afin de compenser pour un déséquilibre possible. Dans la préparation de ces engrais, le muriate de potasse est le plus couramment utilisé. Des expériences conduites avec le muriate et le sulphate de potasse démontrent clairement une baisse remarquable de la production de céleri suite à l'usage d'engrais contenant du sulphate de potasse (Browse 1950)[6]). Lorsque le chlorure de potassium est utilisé en trop grande quantité, il y a possibilité de dommages dûs à l'excès de chlore. Pendant la période de croissance, les inondations et les pluies au-dessus de la normale peuvent affecter la quantité de potassium aux environs des racines. Les échantillons de sol prélevés à l'automne et au printemps donneront différents résultats d'analyse. Avant d'arriver à des recommendations pour l'application de fertilisant riche en potasse, il est essentiel de prendre en considération le lessivage causé par les pluies abondantes ou les inondations.

En Ontario, les engrais riches en azote, phosphore et potassium

sont appliqués à la volée.

ELEMENTS SECONDAIRES

Les sols organiques présentement cultivés en Ontario semblent contenir de grandes quantités de soufre, de calcium et de magnésium. Peu après les pluies abondantes, on retrouve souvent, sur les sols compactés, certaines quantités de sols blancs. Après évaporation de l'eau, des sulfates tels les sulfates de calcium sont laissés à la surface.

L'application d'une trop grande quantité d'engrais riche en potassium peut entraîner une carence en magnésium. On rencontre habituellement ce problème dans la culture du céleri puique de grandes quantités de potasse y sont utilisées. Pour prévenir cette carence, on vaporise régulièrement du sulfate de magnésium sur le feuillage du céleri pendant la période de croissance.

MICRONUTRIMENTS

Il semble y avoir carence de cuivre, de bore, de magnésium, de zinc, et de molybdène pour la croissance des plants dans les sols organiques développés de l'Ontario. La réaction du sol est le facteur important pour déterminer le contenu disponible des micronutriments.

CUIVRE

Le cuivre est requis pour la plupart des sols organiques nouvellement développés. Une carence en cuivre amolli les

feuilles de laitue et elles deviennent chlorotiques; les tiges et le contour des feuilles se décolorent. Les oignons produisent des pelures minces et jaunes pâle; en plus de cette coloration médiocre, ils se conservent mal. Une carence en cuivre affecte aussi la coloration des carottes. Il est recommandé d'appliquer du cuivre pendant au moins trois ans sur les sols organiques nouvellement développés en Ontario. L'expérience acquise permettra d'évaluer les besoins pour les applications ultérieures; généralement, le tiers de la quantité recommandée au début sera appliqué chaque année aux cultures à rendement moyen ou élevé.

De récentes études (Mathur et al (1980)[7]) démontrent que les fertilisants riche en cuivre ralentissent la décomposition des sols organiques en inactivant certains enzymes du sol.

BORE

Pour la plupart des cultures en sol organique, on recommande l'utilisation du bore. Une carence de cet élément détériore les jeunes tissus, ce qui cause un retard dans la croissance et éventuellement la destruction des cellules. Parmi les effets les plus communs on compte: les tiges crevassées du céleri, les tiges vides du brocoli et du chou-fleur, les dépressions annulaires (girdling) des betteraves rouges, et les coeurs vides des rutabagas. Afin de combler ces carences, on applique le bore au sol et sur les feuillages.

MANGANESE

Le manganèse disponible dans les sols organiques est plus influencé par les réactions du sol que tout autre élément nutritif. Cette disponibilité diminue lorsque le pH dépasse 5.5. Lorsque le pH atteint des valeurs variant de 6.3 à 7.3 de sérieuses carences surviennent dans plusieurs cultures.

Parmi les symptômes causés par une carence en manganèse, on retrouve: la chlorose entre les nervures des feuilles des jeunes plants ainsi que la rouillure, la frisure et le nanisme des betteraves. Les fèves, les oignons, les carottes, le céleri et la laitue sont des légumes suceptibles d'être endommagés par cette carence. La pulvérisation sur le feuillage s'avère plus efficace que l'application dans le sol en raison de la fixation du manganèse dans le sol. L'arrosage doit être fait lorsque les plants sont à un tiers de leur croissance ou plus tôt si une carence est décelée. Pendant la période de croissance, on devrait vaporiser les feuillages à plusieurs reprises afin de satisfaire leur besoin en manganèse.

ZINC

Lorsque le pH est au-dessus de 6.5, la carence de zinc dans les sols organiques devient plus évidente. Au tout début de la période de croissance, des conditions humides, fraîches et nuageuses favorisent cette déficience. Ce problème est souvent rencontré parmi les espèces cultivées dans des sols mal drainés où les sols minéraux sous-jacents et alcalins ont été labourés

avec la terre noire ou la tourbe. Les oignons, ayant des tiges chétives, difformes et rayées jaune, indiquent une carence en zinc.

Dans le cas du maïs, ce sont des rayures jaunes sur les feuilles qui donnent l'indice d'un manque de zinc. Pour compenser, le zinc peut être appliqué en le mélangeant au sol avec les autres fertilisants réguliers, ou encore en le vaporisant sur le feuillage.

MOLYBDENE

Dans les productions en terre noire on associe la carence de molybdène aux sols qui ont un pH inférieur à 5.5. L'oignon, le chou-fleur, le brocoli, la laitue, l'épinard et le radis sont vulnérables à une carence de cet élément. Chez l'oignon, le bout des feuilles se fane et sèche. On remarque aussi sous ce bout de feuille séchée, à peu près trois cm de tissue fané et mou. Chez le chou-fleur et le brocoli, les feuilles frisent vers le haut, se fanent, se froissent et finalement ressemblent à une lanière ou un fouet (whiptail). Dans la région de Bradford en Ontario, on recommande de traiter les graines d'oignons au molybdène avant de les semer dans des sols moyennement ou fortement acide, afin d'éviter ce problème. On peut aussi vaporiser sur le feuillage. Le Tableau 3 (OMAF (1982)[5]) présente les recommendations en micronutriments actuellement utilisées en Ontario.

LE CONTROLE DES MAUVAISES HERBES

Le problème des mauvaises herbes est plus prononcé sur des sols organiques que sur les sols minéraux. La tourbière et la terre noire sont des substrats idéals pour la croissance des mauvaises herbes, vu leur grande capacité de retention d'humidité, d'aération et leurs caractéristiques physiques. Plusieurs pousses de mauvaises herbes peuvent apparaître au cours de la saison; de plus, leurs racines descendent plus profondément que dans les sols minéraux (May et al (1975)[8]).

Il est plus difficile de les contrôler avec des produits chimiques puisque l'activité de ces derniers est réduit par la grande adsorption sur la matière organique du sol. En dépit des problèmes engendrés par l'usage d'herbicides sur les sols organiques depuis les dernières années, l'emploi d'herbicides contactes et résiduels est très répandu. On applique ces produits avant ou après que les cultures ou les mauvaises herbes émergent du sol.

Les herbicides résiduels et pré-émergents sont des outils importants qui contribuent grandement au succès des cultures en terre noire. Le succès ou l'échec du contrôle total des mauvaises herbes en terre noire repose sur les facteurs suivants: le temps de l'application, les quantités appliquées et la composition du mélange de deux ou trois matériaux. On a éliminé presque toutes les pousses de mauvaises herbes entre les rangs

pour la plupart des cultures en terre noire, sauf dans quelques cas, où les mauvaises herbes ont échappé aux herbicides pour plusieurs raisons, la température étant la plus importante dans la majorité des cas. Les institutions privées et publiques poursuivent leurs recherches à divers niveaux sur l'usage d'herbicides en vue de remplacer ceux retirés du marché et afin de trouver de meilleures méthodes de contrôle des mauvaises herbes tout en réduisant les quantités d'herbicides à être utilisées et minimiser les dommages causés aux cultures.

LA PROTECTION CONTRE LE VENT

Le vent peut causer des pertes considérables aux récoltes. En plus de la perte de sol et de l'accélération de la subsidence, plusieurs cultures sont grièvement endommagées ou complètement détruites durant la période initiale de croissance.

En Ontario, plusieurs méthodes ont été utilisées avec succès afin de contrôler l'érosion éolienne.

IRRIGATION

La méthode la plus efficace pour controler l'érosion éolienne, quoique très dispendieuse, est l'arrosage de la surface du sol pour le maintenir humide avant et pendant une tempête de vent.

MINIMUM DE LABOURAGE PRINTANIER

Au printemps, la préparation du terrain devrait être effectuée

juste avant l'ensemencement. La charrue à disques est la plus efficace pour la préparation des sols. Elle laboure légèrement tout en laissant la surface du sol assez rugueuse. La formation de mottes plus grosses et plus lourdes minimisera la possiblité de dommages causés par le vent.

BRISE-VENT D'ARBRES ET D'ARBUSTES

Dernièrement, ce moyen de freiner le vent n'est plus tellement utilisé. Cette protection contre le vent est seulement efficace pour une superficie ayant dix fois la hauteur des arbres. Cette méthode de protection est peu économique pour plusieurs raisons: les maladies chez les plantes causées par un assèchement trop lent du sol, les insectes, l'interférence avec le déplacement de la machinerie, en plus de la perte d'espace cultivable.

PETITS GRAINS

Cette méthode suscite de plus en plus d'intérêt de la part des producteurs, suite au récent développement d'un herbicide très efficace contre les graminées. Au printemps on sème de l'orge en bandes de 10 cm de large, et espacées de 175 cm.. Lorsque les plantes ont atteint la taille où ils ne seront plus endommagés par le vent, on pulvérise l'herbicide sur l'orge. La graminée meurt lentement, ce qui prolonge la protection des plantes pendant plusieurs autres semaines.

CULTURES COMPATIBLES

Les épinards et les carottes sont semés, soit en même temps ou à

deux semaines d'intervalle. En premier, les épinards sont semés à la volée. Puisque les carottes sortent de terre et poussent plus lentement que les épinards, ces derniers les protègent du vent et du soleil, qui pourrait les brûler. Une fois le danger d'érosion éolienne passé, on applique un herbicide pour éliminer les épinards.

CONCLUSION

La gestion des cultures en terre noire va de pair avec la gestion des terrains tourbeux et des sols de terre noire. La gestion de l'eau, comme exposé précédemment, demeure un facteur très important. Dès le moment de la semence jusqu'au temps de la récolte, on doit s'occuper de contrôler la fertilisation, les mauvaises herbes et le vent. Etant limité par le temps et l'espace, l'auteur n'a pas élaboré les autres facteurs importants de cette gestion: les maladies, les insectes, le contrôle des nématodes, la mécanisation, la récolte et l'entreposage des espèces cultivées sur les sols de terre noire.

REFERENCES

1. VALK, M.
1980. Management of organic soils. Ontario Ministry of Agriculture and Food. Fact sheet Agdex 512. Revised June 1980.

2. JASMIN, J.J. and HEENEY, H.B.
1960. Reclaiming acid dome bogs for agricultural

use. Canada Department of Agriculture, Publication 1089. October 1960, 7.

3. LUCAS, R.E.
1982. Organic soils (histosols) formation, distribution, physical and chemical properties and management for crop production. Michigan State University, Research Report 435, June 1982, 36,37,46.

4. DAVIS, J.F. and LUCAS, R.E.
1959. Organic soils, their formation, distribution, utilization and management. Michigan State University, Special Bulletin 425, 1959. 84.

5. ONTARIO MINISTRY OF AGRICULTURE AND FOOD
1982. Vegetable Production Recommendations, Publication 363, 18, 22.

6. BROWNE, F.S.
1950. Organic soil management for vegetables. Department of Agriculture, Ottawa, Publication 853, 1950. 10.

7. MATHUR, S.P., MACDOUGALL, J.I. and MCGRATH, M.
1980. Levels of activities of some carbohydrasses, protease, lipase and phosphates in organic soils of different copper content. Soil Science 129 (6); pp. 376-385.

8. MAY, M.J. et al.
1975. Peat in Horticulture. Academic Press London, 1975, 71.

BIBLIOGRAPHIE

LEESON, B.
1969. An organic soil capability classification for agriculture. University of Guelph, September,1969.

PARENT, L.E.
1969. Guidelines for peatland management in Eastern Canada. Agriculture Canada, September, 1969.

WALTER, M.F., BLACK, R.D. and STEENHUIS, T.S.
Water management of organic soils. New York State College of Agriculture and Life Sciences, Extension Bulletin 434.

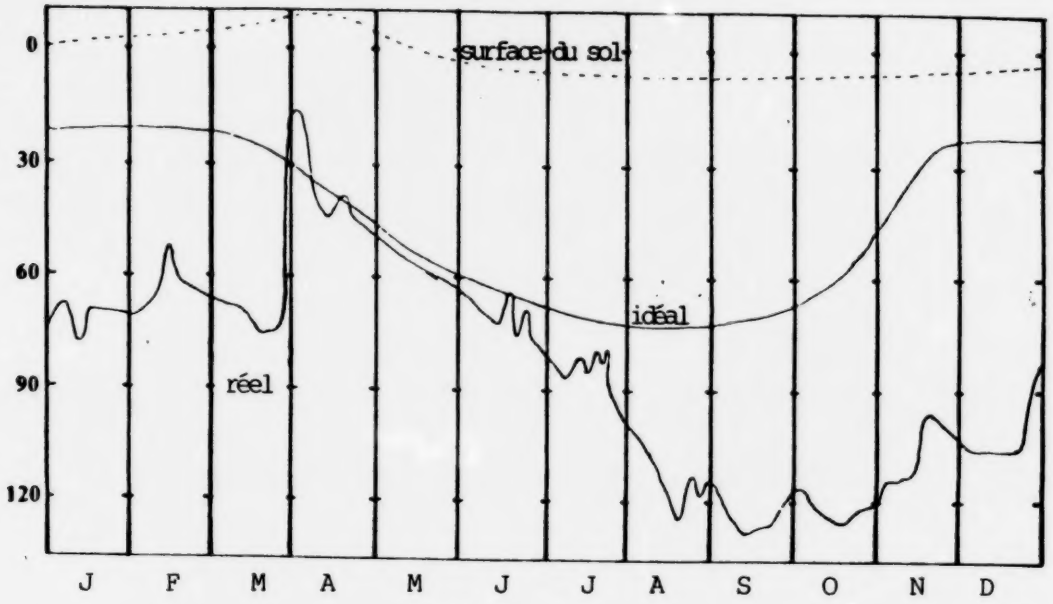


FIGURE 1 - NIVEAU D'EAU REEL ET IDEAL DANS UN SOL ORGANIQUE

TABLEAU 1

LA PROFONDEUR (CM) SUGGEREE DE LA NAPPE D'EAU POUR UN RENDEMENT OPTIMAL DE CERTAINES CULTURES ADAPTEES AUX SOLS ORGANIQUES

30 - 50	50 - 75	60 - 90	75 - 105
bleuet	chou-fleur	asperge	chou
canneberge	céleri	fève	panais
	laitue	carotte	
	menthe	oignon	
	radis	pomme de terre	
	épinard	rhubarbe	
	betterave	rutabaga	
	herbes		
	gazon		

TABLEAU 2

LES BESOINS EN AZOTE DE CERTAINS LEGUMES CULTIVES EN SOLS ORGANIQUES

Culture	N(kg/ha) Avant la plantation	N(kg/ha) Pendant la croissance
chou-fleur, brocoli	70	35 (2x)
pomme de terre	50	-
carotte, panais	50	-
oignon	80	35
laitue	120	-
épinard, radis, betterave rouge	55	-
céleri	120	35 (2x)

TABLEAU 3

LES RECOMMENDATIONS EN MICRONUTRIMENTS POUR LES SOLS ORGANIQUES DE L'ONTARIO

micronutriment	Taux d'application sol kg/ha	Taux d'application feuillage kg/1000 l eau
bore (B)	2.0 - 6.0	0.2 - 0.6
cuivre (Cu)	14.0 - 29.0	0.5 - 1.5
manganèse (Mn)	11.0 - 17.0	0.5 - 1.0*
molybdène (Mo)	-	0.1 - 0.25
zinc (Zn)	8.0 - 24.0	0.6

*Pour les oignons, utilisez 1.5 - 2.75 kg/1000 l

CERTAINS PROBLEMES DE LA CULTURE EN SOL ORGANIQUE

SOME PROBLEMS ENCOUNTERED IN AGRICULTURE USAGE OF ORGANIC SOILS

S.P. Mathur[1], A. Bélanger[2] et P. Martel[2]

RESUME

La subsidence est un affaissement progressif de la surface causé principalement au départ par la contraction et, à long terme, par la décomposition aérobie et l'humification des tourbes et des sols organiques par les microbes et les enzymes du sol. Les méthodes traditionnelles de contrôle de la subsidence n'ont pas été pleinement adoptées. Les travaux en cours révèlent qu'un niveau adéquat de cuivre résiduel dans le sol ralentit sa subsidence en inactivant les enzymes dégradants présents dans le sol.

Les sols organiques ont besoin d'éléments mineurs pour la croissance optimale des plantes. Il faut toutefois souligner qu'en raison des différences de besoins des cultures et des sols, les méthodes de fertilisation doivent être adaptées aux conditions particulières.

La rétention excessive et la dilution des pecticides dans les tourbes et les sols organiques rendent difficiles la gestion sûre et efficace des pesticides dans ces sols. Il faudra examiner les besoins en matière de recherches.

---

1. Institut de recherche sur les terres, Direction de la recherche, Agriculture Canada, Ottawa, Ontario

2. Station de recherche, Agriculture Canada, St-Jean-sur-Richelieu, Québec.

ABSTRACT

Subsidence is a continual loss of surface elevation caused initially mainly by shrinkage and, in the long term, by aeorbic decomposition and humification of the peats and mucks by soil microbes and enzymes. Traditional methods of controlling subsidence have not been fully or widely adopted due to their inherent perils and limitations. Current research indicates that

a suitable level of residual fertilizer copper in the soils curbs their subsidence by inactivating degradative soil enzymes.

Organic soils require minor elements for optimum crop growth. However, it needs to be emphasized that due to differences in crop requirements and soil properties fertilization practices need to be fine tuned to specific conditions.

The inordinate retention and dilution of pesticides in peats and mucks renders safe and effective pesticide management of these soils difficult. A need exists for more broad-based research in this area.

INTRODUCTION

Le drainage, le chaulage, la fertilisation et le labourage sont tous des facteurs qui accélèrent la décomposition des tourbes et des terres noires. Ce processus produit de l'eau, des gaz et de l'humus - matière organique noire et dense, très décomposée, que l'on retrouve en plus grande quantité dans les terres noires que dans les tourbes. Les pertes de masse et de volume qui s'en suivent contribuent à la subsidence - affaissement lent de la surface à un taux de 1 à 70 mm par année (en moyenne 25 mm par année). En plus d'un manque de matière minérale, les sols organiques vierges sont habituellement pauvres en oligo-éléments nutritifs à cause des conditions acides qui favorisent le lessivage de ces éléments. Avec une augmentation du pH, ces éléments nutritifs sont plus adsorbés, tandis que la demande biologique pour ces derniers augmente avec une plus grande activité microbienne et une croissance activée des plantes. L'humus formé retient ces éléments et les composés organiques utilisés pour le contrôle des organismes nuisibles et pathogènes.

Nous discuterons dans cette présentation, trois problèmes reliés à l'utilisation des sols organiques en agriculture, soit: la subsidence, la fertilisation avec des oligo-éléments et l'utilisation de pesticides.

SUBSIDENCE

La subsidence demeure le problème majeur dans l'utilisation continue des sols organiques, surtout en ce qui à trait à son exploitation et au drainage. La décomposition biochimique est principalement responsable pour la subsidence à long terme; de plus, les méthodes conventionnelles utilisées pour la ralentir ne sont pas efficaces et sont peu adaptables.

Une nouvelle approche pour ralentir la subsidence des tourbes et des sols organiques cultivés est basée sur les connaissances suivantes: a) certains microbes du sol produisent et excrètent des catalyseurs biologiques, appelés enzymes, qui servent à dégrader les grosses molécules organiques en de plus petites molécules hydrosolubles pouvant être métabolisées; b) ces enzymes, accumulées et stabilisées dans les sols, gardent leurs propriétés longtemps, même après avoir été séparées des microbes qui les ont produites; c) l'activité de ces enzymes détermine le taux de décomposition de la matière organique; d) parmi tous les éléments fertilisants essentiels, le cuivre est le plus efficace pour désactiver ces enzymes du sol. Toutes les tourbes et les sols organiques nécessitent une fertilisation avec le cuivre, mais

les taux d'application varient d'un endroit à l'autre de 0,5 à 54 kg/ha par année.

Trois publications[1,4,5] qui traitent des différents aspects de l'utilisation du cuivre pour réduire la subsidence, nous renvoient à plus de 20 travaux de recherches publiés et détaillant les observations suivantes: 1) un pâturage tourbeux contenant 25 ppm de cuivre s'est moins décomposé et moins densifié qu'un pâturage témoin avec 12 ppm de cuivre, le premier désactivant les enzymes plus rapidement que le dernier; 2) l'activité enzymatique dans divers sols organiques décroit avec l'addition de cuivre; 3) dans trois groupes de plus de quarante terrains organiques cultivés en Ontario et au Québec, l'activité enzymatique et la décomposition aérobie étaient plus basses où les contenus de cuivre étaient plus élevés; 4) dans un même champ, le taux de décomposition était inversement proportionnel à la concentration en cuivre; 5) les effets continus du cuivre sur les enzymes et la décomposition; 6) aucun effet négatif par le cuivre sur la transformation, la disponibilité ni la distribution de l'azote dans les sols; 7) le cuivre dans les sols organiques et dans le mélanges avec couches minérales sous-jacentes ne cause aucun tort à la nutrition ni au rendement des plantes; 8) le cuivre dans les sols organiques n'a aucun effet bactériostatique ni bactéricide direct; 9) la stabilité du cuivre dans les couches supérieures des sols organiques, où la réduction de la décomposition est plus importante; 10) la propriété du cuivre de déplacer le fer, le manganèse et le zinc adsorbés dans les sols

ce qui compense pour la compétition avec les autres métaux pour l'absorption par les plantes; 11) l'absence d'effet indésiré du cuivre sur les pesticides organophosphorés dans les sols; 12) le cuivre n'a aucun impacte sur la qualité des eaux sousterraines; enfin 13) un ralentissement de la subsidence par le cuivre ajouté au terrain. Nous pouvons prévoir que des quantités de cuivre de l'ordre de 100, 200, 300 et 400 ppm, dans les sols organiques ayant des densités apparentes de 0.1, 0.2, 0.3 et 0.4 g/cm^3 respectivement, réduiraient la subsidence de 50%. Ces niveaux de concentration existent déjà dans certains sols tourbeux de l'Ontario, où il est recommandé d'ajouter aux terrains organiques nouvellement développés des quantités de cuivre de l'ordre de 15 kg/ha pendant les trois premières années. Lorsqu'utilisés pour la culture d'oignons, de carottes et de laitues, on recommande de rajouter 5 kg/ha de cuivre à chaque deux ou trois ans.

FERTILISATION AVEC DES OLIGO-ELEMENTS

Les tourbes et terres noires à l'état vierge sont généralement déficients en fer, manganèse, zinc, cuivre, bore et molybdène, à cause d'un manque de minéraux argileux contenant ces éléments et aussi à cause du lessivage des éléments nutritifs dans des conditions acides. Par contre, un sol cultivé, bien humifié et de pH presque neutre, peut être pauvre en cuivre et zinc disponible aux plantes, à cause de la forte adsorption à l'humus, et pauvre en manganèse, puisque ce dernier s'oxyde ce qui le rend insoluble[6,7].

CUIVRE

A l'exception du chaulage, l'augmentation la plus prononcée du rendement des récoltes dans les sols organiques est obtenue par fertilisation au cuivre, habituellement présent en concentration variant de 2 à 15 ppm dans les sols organiques vierges.

Le besoin en cuivre varie selon les espèces cultivées[6-7]. Pour ce qui des céréales, les concentrations de cuivre peuvent être suffisantes pour la croissance de la plante mais insuffisante pour la formation des grains. Le cuivre affecte aussi la valeur marchande des oignons et des carottes, qui sont plus colorés lorsque produits dans des sols contenant plus que le minimum de cuivre nécessaire à la croissance. Le taux d'application des fertilisants cuivreux varie énormément.

FER

Les sols bien humifiés sont relativement riches en fer et en molécules organiques, qui retiennent et transportent le fer disponible aux plantes. On rencontre des déficiences en fer surtout dans les tourbes de sphaigne fibriques. Lorsque le pH est supérieur à 7.5, comme dans les terres noires riches en calcium, le fer forme des oxydes et hydroxydes insolubles, ce qui limite sa disponibilité.

MANGANESE

La disponibilité du manganèse est beaucoup plus affectée par les

propriétés du sol que ne peuvent l'être les autres métaux. On l'épand sur les sols organiques à un taux de 5 à 10 kg/ha ou encore on le vaporise sur les plantes à un taux de 0.5 à 1 kg/ha.

ZINC

Comme c'est le cas pour le manganèse, les tourbières ombrogènes sont plus pauvres en zinc que les tourbières minérotrophes. Elles doivent être fertilisées au zinc à un taux de 10 kg/ha.

MOLYBDENE

Contrairement au zinc et au manganèse, le molybdène est moins mobile et moins disponible à un pH inférieur à 5.2. Un excès de fer peut aussi nuire à la disponibilité du molybdène. Les concentrations requises sont plutôt basses, ce qui demande une application de 2 kg/ha ou encore une vaporisation de 0,5 kg/ha sur le feuillage.

BORE

Les tourbières ombrogènes sont habituellement plus pauvres en bore que les tourbières minérotrophes, puisque les borates sont facilement lessivés à de faibles pH. Cependant, une haute concentration de calcium dans les sols organiques neutres ou calcaires peut nécessiter une fertilisation au bore afin d'assurer un rapport optimal de calcium: bore.

Il est important de noter que les besoins en oligo-éléments varient énormement selon les espèces cultivées[6-7]. Citons comme

exemple les oignons, qui ont un grand besoin de cuivre, manganèse, molybdène et zinc, ainsi qu'un peu de bore, tandis que le céleri a besoin de plus de bore que des autres oligo-éléments. La fertilisation par les oligo-éléments doit être bien adaptée à chaque espèces cultivées.

Dans l'évaluation des sols organiques vierges pour leurs besoins en oligo-éléments, nous pouvons les classifier comme suit: minérotrophe et acide ombrogène calcaire et minérotrophe.

UTILISATION DE PESTICIDES SUR LES SOLS ORGANIQUES

Les sols organiques, surtout l'humus, ont tendance à adsorber les pesticides et les herbicides, entravant leur action sur les organismes visés. De plus, les sols organiques sont habituellement plus mouillés, sur une base de volume, que les sols minéraux. Les herbicides, les pesticides et les fongicides sont généralement appliqués à de plus grandes concentrations (souvent le double) sur des terrains organiques en comparaison avec les sols minéraux[8-9].

EFFETS DES RESIDUS SUR LES ESPECES CULTIVEES

Certaines molécules de pesticide ou encore leurs métabolites, liés ou incorporés dans l'humus, peuvent être relâchés graduellement[10,15] et absorbés par les espèces cultivées par après[16,17,23]. Une concentration trop élevée de ces résidus

peut causer des dommages aux espèces cultivées sensibles aux herbicides. Par exemple, suivant l'application d'un herbicide sur un champ de carottes et si le niveau de résidu est élevé, une récolte de choux dans ce même champ pourrait être endommagée ou détruite [18]. Bélanger[19] a récemment identifié des concentrations phytotoxiques de résidus d'herbicides appliqués l'année précédente dans des récoltes de rutabagas, d'oignons et d'épinards. Ce genre de problème peut être évité lorsque l'herbicide est vaporiser sur les feuillages. Il est important de noter que les propriétés physiques et chimiques des sols, tels l'humidité et le niveau de décomposition, influencent la persistance des herbicides dans les tourbes et les terres noires[14].

EFFETS SUR LE BIOTE DU SOL

La majorité des herbicides et pesticides appliqués aux sols minéraux y demeurent en concentrations significatives pour une courte période de temps, ce qui rend leur impact sur les microorganismes du sol acceptable. Cependant, si cette persistance s'étend aux tourbes et aux terres noires, les microbes et leurs activités qui favorisent la croissance des plantes peuvent être affectés de façon significative et même excessive. De plus, toute stimulation soutenue de l'activité microbienne accélère la dissipation et la subsidence du sol. Les chercheurs d'Agriculture Canada à St.-Jean et Ottawa ont étudié les effets d'une série d'herbicides et d'insecticides sur les populations microbiennes dans les sols organiques. D'une manière générale, ces composés ne produisaient que des changements

passagers, marginaux ou ambivalents, peut-être causés par une courte disponibilité de ces composés dans les sols. La transformation microbienne du phosphore et de l'azote du sol, fonction essentielle à la croissance des plantes, n'était pas affectée de façon significative [9,14,16-22]. En plus des effets potentiels des résidus d'insecticides sur les microbes des sols, des espèces nuisibles peuvent développer une résistance à ces insecticides, suivant une exposition continue à de faibles concentrations.

REFERENCES

1. MATHUR, S.P.
1982. Organic soil subsidence: a scan of conventional wisdom and current research. Proceedings Organic Soils Mapping Workshop. Fredericton, N.B. L.R.R.I. Agric. Canada Mono. 82-44. pp. 139-156.

2. STEPHENS, J.C. and SPIER, W.H.
1970. Subsidence of organic soils in the U.S.A. Int. Assoc. Scientific Hydrol. Symp. No.89, Tokyo, Japan. pp. 523-534.

3. RAYMENT, A.F. and MATHUR, S.P.
1978. Observation on the subsidence of drained peat soils under grassland culture in Newfoundland. Proc. 17th Muskeg Res. Conf. Saskatoon, Sask. Assoc. Committee Geotech. Res. Tech. Memo. No. 122, N.R.C. pp. 37-45.

4. MATHUR, S.P.
1982. The role of soil enzymes in the degradation of organic matter in the tropics, subtropics and temperate zone. Symp. Papers of the 12th Congr. Intern. Soc. Soil Sci. 1. pp. 125-236.

5. MATHUR, S.P.
1982. The inhibitory role of copper in the enzymic degradation of organic soils. Proc. Intern. Peat Symposium, Bemidji, Minn. U.S.A. pp. 191-219.

6. LUCAS, R.E., RIEKE, P.E., SCHICKLUNA, J.C. and COLE, A.
1975. Lime and fertilizer requirements for peat. In Robinson, D.W. (Ed.) Peat in Horticulture. J.G.D. Lamb. Pub. pp. 51-70.

7. MORTVEDT, J.J., GIORDANO, P.M. and LINDSAY, W.L.
1972. Micronutrients in Agriculture. Soil Sci. Sco. Amer. Madison, Wisc., U.S.A.

8. KHAN, S.U.
1980. Pesticides in the Soil Environment. Elsevier, New York, NY. pp. 240.

9. MATHUR, S.P., BELANGER, A., KHAN, S.U., HAMILTON, H.A. GREENHALGH, R. and MACMILLAN, K.A.
1976. Influence of field-applied linuron and paraquat on the microflora of an organic soil. Weed. Res. 16. pp. 183-189.

10. MATHUR, S.P. and SAHA, J.G.
1975. Microbial degradation of lindane-C^{14} in a

flooded sandy loam soil. Soil Sci. 150. pp.301-307.

11. MATHUR, S.P. and SAHA, J.G.
1977. Degradation of lindane - C^{14} in a mineral soil and in an organic soil. Bull. Environ. Contam. and Toxicol. 17. pp. 424-430.

12. MATHUR, S.P. and MORLEY, H.V.
1975. A biodegradation approach for investigation of pesticide incorporation into soil humus. Soil Sci. 120. pp. 238-240.

13. MATHUR, S.P. and MORLEY, H.V.
1978. Incorporation of methoxychlor - C^{14} in model humic acids prepared from hydroquinone. Bull. Environ. Contam. and Toxicol. 20. pp. 268-274.

14. BELANGER, A., MATHUR, S.P. and MARTEL, P.
1982. The effects of fonofos and carbofuran on microbiological population and persistence of fonofos in four organic soils infested with onion maggot. J. Environ. Sci. and Health. Part B, 17. pp. 171-182.

15. KHAN, S.U. and IVARSON, K.C.
1981. Microbiological release of unextracted (bound) residues from an organic soil treated with prometryn. J. of Agric. Food Chem. 29. pp. 1301-1303.

16. KHAN, S.V., BELANGER, A., HOGUE, E.J., HAMILTON, H.A. and MATHUR, S.P.
1976. Residues of paraquat and linuron in an organic soil and their uptake by onions, lettuce and carrots. Can. J. Soil Sci. 56. pp. 407-412.

17. KHAN, S.U., HAMILTON, H.A. and HOGUE, E.J.
1976. Fonofos residues in an organic soil and vegetable crops following treatment of the soil with the insecticide. Pestic. Sci. 7. pp. 553-558.

18. MORRIS, R.F. and PENNY, B.G.
1971. Persistence of linuron residues in soils at Kelligrews Newfoundland. Can. J. Plant Sci. 51. pp. 242-245.

19. BELANGER, A.
Unpublished data.

20. MATHUR, S.P., HAMILTON, H.A., GREENHALGH, R., MACMILLAN, K.A. and KHAN, S.U.
1976. Effect on microorganisms and persistence of field-applied carbofuron and Dyfonate in a Humic Mesisol. Can. J. Soil Sci. 56. pp. 89-96.

21. MATHUR, S.P., BELANGER, A., HAMILTON, H.A. and KHAN, S.U. 1980. The influence on microflora and persistance of field-applied Disulfoton, Permethrin and Prometryne in an organic soil. Pedobiologiya. 20. pp. 237-242.

22. MATHUR, S.P., HAMILTON, H.A. and VRAIN, T.C. 1980. The influence of some field-applied nematicides on microflora and mineral nutrients in an organic soil. Jour. Environ. Sci. and Health. Part B, 15. pp. 61-76.

23. BELANGER, A. and HAMILTON, H.A. 1979. Determination of Disulfoton and permethrin residues in an organic soil and their translocation into lettuce, onion and carrot. J. Environ. Sci. and Health. Part B, 14. pp. 213-216.

DRAINAGE DES TOURBIERES

DRAINAGE OF PEATLANDS

J.A. Millette
Agriculture Canada
St.-Jean, Québec

RESUME

Le drainage est l'évacuation de l'excès d'eau dans le sol ou à sa surface. Il existe certaines relations entre le rendement des cultures et la profondeur de la nappe phréatique dans les sols tourbeux. Le rendement des cultures est également touché par la fluctuation de la nappe phréatique. Les méthodes de drainage sont essentiellement les mêmes que celles des sols minéraux. Les fossés, les drains souterrains, les drains en coulée de taupe et le drainage par modelé superficiel sont notamment utilisés. La conception d'un système de drainage de sols organiques entraîne une étude pédologique fondamentale qui porte sur la profondeur du sol organique, la nature de la couche minérale sous-jacente, la conductivité hydraulique, la texture des matières hydrauliques, la conductivité hydraulique, la texture des matières organiques, l'échelle von Post et d'autres sujets. Les propriétés physiques du sol, les cultures pratiquées et les données climatiques de la région déterminent les méthodes de drainage à utiliser dans les sols organiques. Certains problèmes de drainage se rapportent à l'affaisement inégal des drains, accélérant la subsidence du sol organique après son drainage et entraînant la formation d'ocre dans les sols à forte teneur en fer.

ABSTRACT

Drainage is the removal of excess water on or in the soil. Relationships exist between crop yields and water table depths for peat soils. Crop yields are also affected by fluctuating water tables. Drainage techniques in organic soils are basically the same as those used for mineral soils. Ditches, subsurface drains, mole drains and land shaping are among the methods used. Designing a drainage system for organic soils involves a basic soil study which includes depth of organic soil, nature of the subsoil, hydraulic conductivity, texture of the organic material, von Post scale and others. The physical properties of the soil, crops grown and climatic data of the area will determine the drainage technique to use in organic soil. Some of the drainage problems in organic soil relate to uneven settlement of the drains, accelerating organic soil subsidence after drainage, and ochre formation in high iron content soils.

INTRODUCTION

Le but premier du drainage est de fournir aux espèces cultivées un milieu favorisant le développement des racines de sorte à obtenir une croissance maximale. L'objectif à long terme du drainage, en fonction de l'agriculture, est d'augmenter la production et de maintenir un rendement très élevé. La Figure 1 démontre la distribution des racines dans un sol mal drainé comparativement à un sol bien drainé. Un sol mal drainé signifie une mauvaise aération, moins de sol pour le développement des racines et possiblement une carence de certains nutriments.

Le drainage est l'évacuation de l'excès d'eau dans le sol ou à sa surface. Si l'eau demeure à la surface, on aura recours au drainage en surface. Il arrive parfois qu'une nappe phréatique élevée occasionne de sérieux problèmes. Il est impossible de déceler la présence d'une nappe phréatique élevée en se basant sur la surface du sol alors, même si celle-ci nous semble sèche, ce n'est pas toujours le cas et les espèces cultivées subissent beaucoup de dommages dans ces sols imprégnés d'eau.

De nombreux chercheurs ont étudié et mesuré le rendement des récoltes par rapport à la profondeur de la nappe phréatique. Il existe un rapport spécifique pour chaque type de sol (Figure 2). Dans des conditions semblables à celles existant en Hollande, on a connu des rendements maximaux lorsque la profondeur moyenne de la nappe phréatique était de 30 cm durant la période de

croissance. Un abaissement ou une élévation du niveau de la nappe phréatique a nui au rendement des récoltes. Malheureusement, ces courbes ne font pas de distinction entre les espèces cultivées.

Note: Le terme sol organique sera utilisé dans ce texte pour designer les tourbières.

Peu d'études ont été faites concernant l'effet sur les récoltes de la fluctuation près de la surface de la nappe phréatique. Les courbes de la Figure 3 indiquent les informations disponibles concernant les espèces cultivées à racines profondes et peu profondes. Il semblerait que l'on associe la diminution du rendement des récoltes à la fluctuation de la nappe phréatique à des niveaux inférieures à 90 cm (3pieds) de la surface du sol. Un bon drainage permet le réchauffement du sol au printemps et une trop grande humidité du sol peut causer le compactage avec l'utilisation des machineries lourdes.

Le drainage est le facteur le plus important dans la récupération des sols organiques, Toutefois, le drainage de ces sols entraîne des changements à leurs propriétés physiques. Tel qu'illustré à la Figure 4a, le volume des solides augmente et la grosseur des pores drainables (macropores) décroît rapidement. Le drainage a également pour effet de diminuer la perméabilité du sol et la subsidence s'ensuit. Ces propriétés semblent toutes être des changements asymptotiques qui diminuent avec le temps.

TECHNIQUES DE DRAINAGE POUR LES SOLS ORGANIQUES

Tout comme pour les sols minéraux, on a recours aux canaux, aux drains souterrains et aux drains en coulée de taupe pour enlever l'excès d'eau des sols organiques.

Dans le cas de canaux, les côtés peuvent être presque verticaux dans les tourbes fibreuses et d'au moins 1/2 h à 1V dans les sols organiques plus instables. Habituellement, les pentes latérales de 1/4 h à 1V sont utilisées pour les canaux. La distance latérale entre les canaux et leur profondeur varient énormément: 15 à 60 m avec des profondeurs de 0.6 à 0.9 m. Les fossés principaux doivent être plus profonds afin d'évacuer un plus grand volume d'eau.

On ne peut envisager le placement de drains souterrains dans les sols organiques récupérés que trois ans ou plus après l'affaissement initial, et là encore, seulement après avoir vérifié les propriétés physiques du sol et s'être assuré qu'il peut y avoir une sortie adéquate pour l'ensemble des drains. Depuis 15 à 20 ans, on utilise au Canada des tuyaux ondulés en plastique pour le drainage souterrain des sols minéraux. Ce même type de tuyau est également de plus en plus utilisé pour le drainage des sols organiques. Le problème du mauvais alignement et d'un affaissement inégal est moins critique avec ces tuyaux qu'avec ceux faits d'autres matériaux. En général, s'ils sont placés dans la sous-couche fibreuse, aucun filtre n'est requis.

On utilise avec succès les drains en coulée de taupe non-alignés dans les matériaux fibreux exempts de bois, afin d'améliorer le drainage entre les canaux latéraux. Ce subtitut économique, également appelé drainage en tunnel en Europe, a été développé pour drainer les couches profondes des tourbières en couverture. On a recours aux drains en coulée de taupe depuis déjà de nombreuses années en Floride. Leur durée dépend principalement du degré de décomposition du matériau entourant le trou. Cette méthode demeure inutilisable dans des matériaux à un stade de décomposition avancé.

On a recours à d'autres méthodes pour réduire le surplus d'eau dans les sols organiques. Le nivellage, la préparation du terrain et le billonnage sont employés, en plus du drainage par canaux lors des opérations d'extraction de la tourbe horticole.

En horticulture, on améliore le milieu de culture des racines en préparant la couche et en faisant le billonnage des sols organiques (Figure 5). Ces procédés sont particulièrement appréciés à Terre-Neuve, où il y a beaucoup de pluie et où la nappe phréatique est continuellement élevée. Tout comme en Floride, il y a moins de sol exposé à l'oxydation biochimique dû au haut niveau de la nappe phréatique. Cette technique évite d'inonder les récoltes pour de longues périodes, en évacuant l'eau de surface entre les couches.

PLANIFICATION D'UN SYSTEME DE DRAINAGE

Avant d'entreprendre la planification d'un système de drainage, on doit déterminer certaines propriétés du sol. Cette étude du sol organique en vue du drainage devrait comprendre: 1) sa profondeur, 2) la nature du matériau du profil, 3) la valeur von Post jusqu'à une profondeur de 2 mètres, 4) la texture de la couche minérale sous-jacente, 5) la conductivité hydraulique, 6) les autres propriétés physiques telles que la densité apparente, les pores drainables et 7) les sorties d'évacuation possibles. Il est également nécessaire de faire un tracé général de la région et d'avoir une carte topographique montrant les élévations. L'échelle 1:2000 est habituellement adéquate.

On mesure la conductivité hydraulique en forant un trou jusqu'au niveau où on veut placer le drain et en laissant l'eau remonter. La perméabilité du sol, aussi appelée conductivité hydraulique, se mesure par la vitesse à laquelle le niveau d'eau remonte dans le trou (Figure 6).

On peut calculer la profondeur du drain et la distance entre deux drains au moyen des données sur les sols, le climat et les espèces cultivées. On se sert des mêmes équations pour les sols minéraux. Les drains souterrains peuvent modifier la configuration de la nappe phréatique selon la perméabilité du sol pendant le drainage (voir Figure 7). Par l'irrigation souterraine on élève plus rapidement le niveau de la nappe

phréatique directement au-dessus des drains, qu'à mi-chemin entre ces derniers (voir Figure 8).

Les récoltes horticoles ne tolèrent généralement pas une nappe phréatique élevée. Le facteur important dans la planification d'un système de drainage est d'abaisser la nappe phréatique de 50 cm dans les 24 heures suivant l'inondation. Ceci permet une bonne aération et ne devrait pas diminuer le rendement de la récolte. Ce facteur, combiné au volume de pores drainables, constitue le coefficient de drainage.

Tel que vu précédemment, la conductivité hydraulique du sol influence beaucoup l'espacement entre les canaux de drainage ainsi que la forme de la nappe phréatique. Au Tableau 1, on retrouve quelques valeurs et descriptions de la conductivité hydraulique.

La Figure 9 nous montre le rapport qui existe entre la conductivité hydraulique (qui est également reliée au degré de décomposition) et l'espacement entre les drains. Cette approche est simple; on peut obtenir une distance approximative entre les drains en n'ayant qu'une donnée de la conductivité hydraulique. Malheureusement, nous n'avons toujours pas les données sur l'évolution des propriétés physiques de ce sol. On doit également étudier les différents rapports entre la conductivité hydraulique et les autres propriétés physiques. On se réfère ici à:

la conductivité hydraulique vs les pores drainables
vs la densité apparente
vs le degré de décomposition

Actuellement, on utilise les concepts développés pour les sols minéraux lors de la planification d'un système de drainage dans les sols organiques. Cette méthode s'avère satisfaisante malgré les divergences. Depuis les cinq dernières années, on emploie au Québec un guide sur les normes de drainage. On lui a ajouté cette année un chapitre sur le drainage des sols organiques. Le Tableau 2 résume quelques différences importantes.

PROBLEMES DE DRAINAGE DANS LES SOLS ORGANIQUES

Les effets du drainage sur les sols organiques sont très sérieux: 1) rétrécissement dû au séchage, 2) perte de flottabilité, 3) compactage, 4) érosion par le vent, 5) brûlage et 6) oxydation biochimique.

Les problèmes d'installation ont été quelque peu réduits par l'utilisation des tuyaux en plastique ondulés et l'utilisation d'un faisceau lumineux pour les aligner. Malgré tout, il n'est pas garantie que la profondeur des drains et leur alignement demeurent stables. La Figure 10 nous montre l'affaissement du drain et de la surface du sol. Un affaissement irrégulier du drain aura pour effet de modifier l'alignement et peut aller jusqu'à renverser l'inclinaison de la pente.

Les conditions existantes au moment de l'installation affecteront l'efficacité du système de drainage. Il est préférable de faire l'installation des tuyaux sur un sol solide, situation assez rare pour un sol organique. On peut également les placer lorsque la nappe phréatique est basse. On ne recommande pas l'installation d'un système de drainage sur un sol organique mouillé, malgré l'utilisation d'un faisceau lumineux pour contrôler leur alignement. Il est préférable d'avoir recours à une machinerie équipée de longues (4.5 à 5.5m) et larges (au moins 1.2m) chenilles pour leur installation. Après un certain nombre d'années, la formation et l'accumulation d'ocre devient importante dans les drains placés dans les sols organiques où la teneur en fer varie de 1.5 à 2%. Cette accumulation de sédiment réduit la capacité de drainage, et éventuellement, bouche le système de drainage.

BIBLIOGRAPHIE

EGGELSMANN, R.
1978. Subsurface Drainage Instructions. Bulletin No.6, ICID, Published by Verlag Paul Parey, Berlin,Germany, 283 p.

HUNDAL, S.S. and TAYLOR, G.S.
1979. Drainage Investigation of the Cultivated Willard. Marsh Soils, Res. Circ. 249, Ohio Agr. Res. and Div. Center, Wooster, Oh.

IRWIN, R.W.
Drainage Problems with Organic Soil. A.S.A.E. Paper No. 66-227.

ROE, H.B. and AYRES, Q.C.
1954. Engineering of Agricultural Drainage. McGraw-Hill Book Company, Inc., Toronto,Ontario.

SNYDER, G.H., BURDINE, H.W., CROCKETT, J.R., GASCHO, G.J., HARRISON,D.S., KIDDER, G., MISHOE, J.W., MYHRE, D.L., PATE, F.M. and SHIH, S.F.
1978. Water Table Management for Organic Soil Conservation and Crop Production in the Florida Everglades. Bull. 801, Inst. of Food and Agri. Sci., Univ. of Florida, Gainesville, Fla., 22 p.

SOIL CONSERVATION SERVICE, U.S. DEP. OF INT.
1973. Drainage of Agricultural Land. Water Information Center, Inc., Port Washington, New York, 430 p.

STEPHENS, J.C.
1969. Peat and Muck Drainage Problem. A.S.C.E. Proc. J. of Irr. and Drainage, 95: pp. 285-305.

U.S. DEP. OF THE INTERIOR, BUREAU OF RECLAMATION.
1978. Drainage Manuel. U.S. Government Printing Office, Washington, D.C. 20402, 286 p.

VAN SCHILFGAARDE, J. (editor)
1974. Drainage in Agriculture. Agronomy, No. 17, Amer. Soc. of Agri. Inc., Publisher, Madison, Wisconsin, U.S.A., 53711, 700 p.

TABLEAU 1. VALEURS ET DESCRIPTION DE LA CONDUCTIVITE HYDRAULIQUE

Catégorie	Description	Conductivité hydraulique m/d
1	très lent	<.12
2	lent	.03 - .12
3	moyennement lent	.13 - .49
4	modéré	.50 -1.52
5	moyennement rapide	1.53 -3.05
6	rapide	3.06 -6.10
7	excessif	>6.10

TABLEAU 2. DIFFERENTES NORMES POUR LE DRAINAGE SOUTERRAIN

	Sol minéral	Sols organiques
Diam. min. drain	100 mm	100 mm
Pente min. pour 100 mm	.1%	.15%
Longueur max. drain	aucune limite donnée	300 mm
Profondeur du drain	.9 à 1.2 m	1.2 à 1.8 m
Contrôle de drainage	pas nécessaire (sauf pour sols sablonneux)	nécessaire

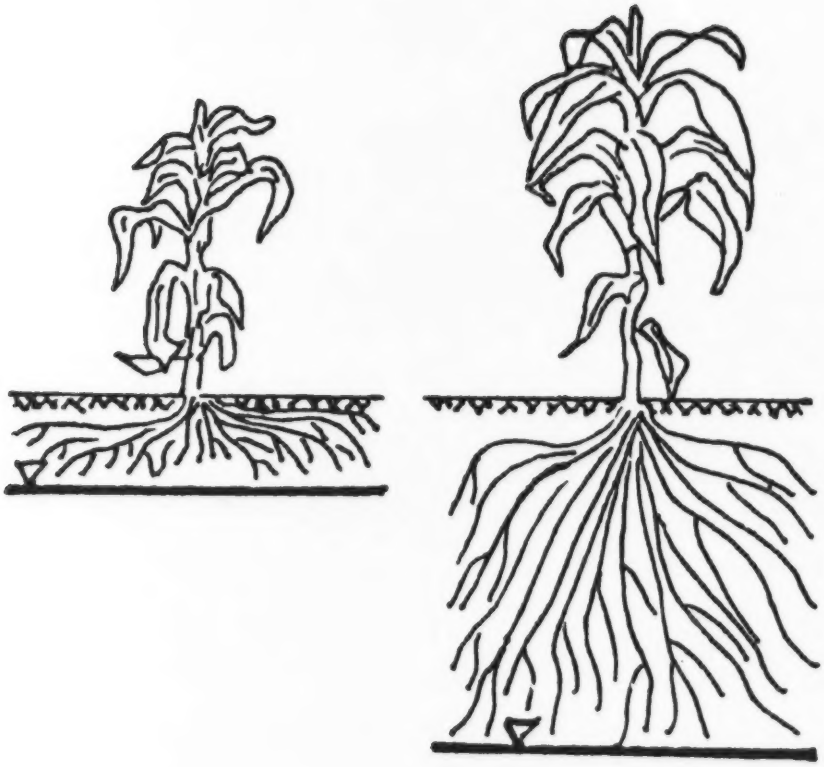


Figure 1 Développement des racines des espèces cultivées sur des terrains drainés et non-drainés.

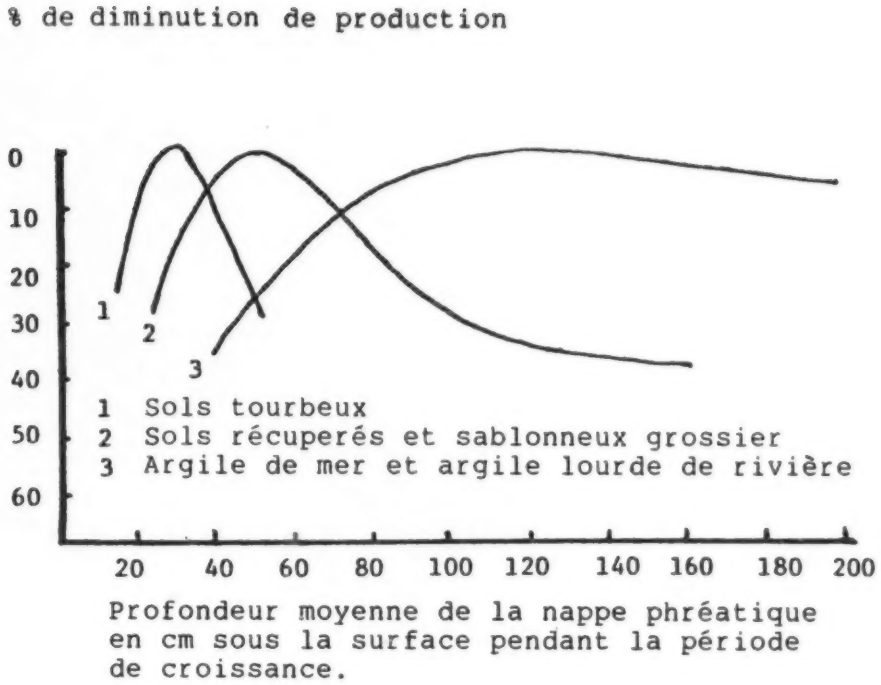


Figure 2 Diminution de la production en fonction de la profondeur moyenne de la nappe phréatique pendant la période de croissance pour différents types de sol.
(d'après Van Schilfgaarde, 1974)

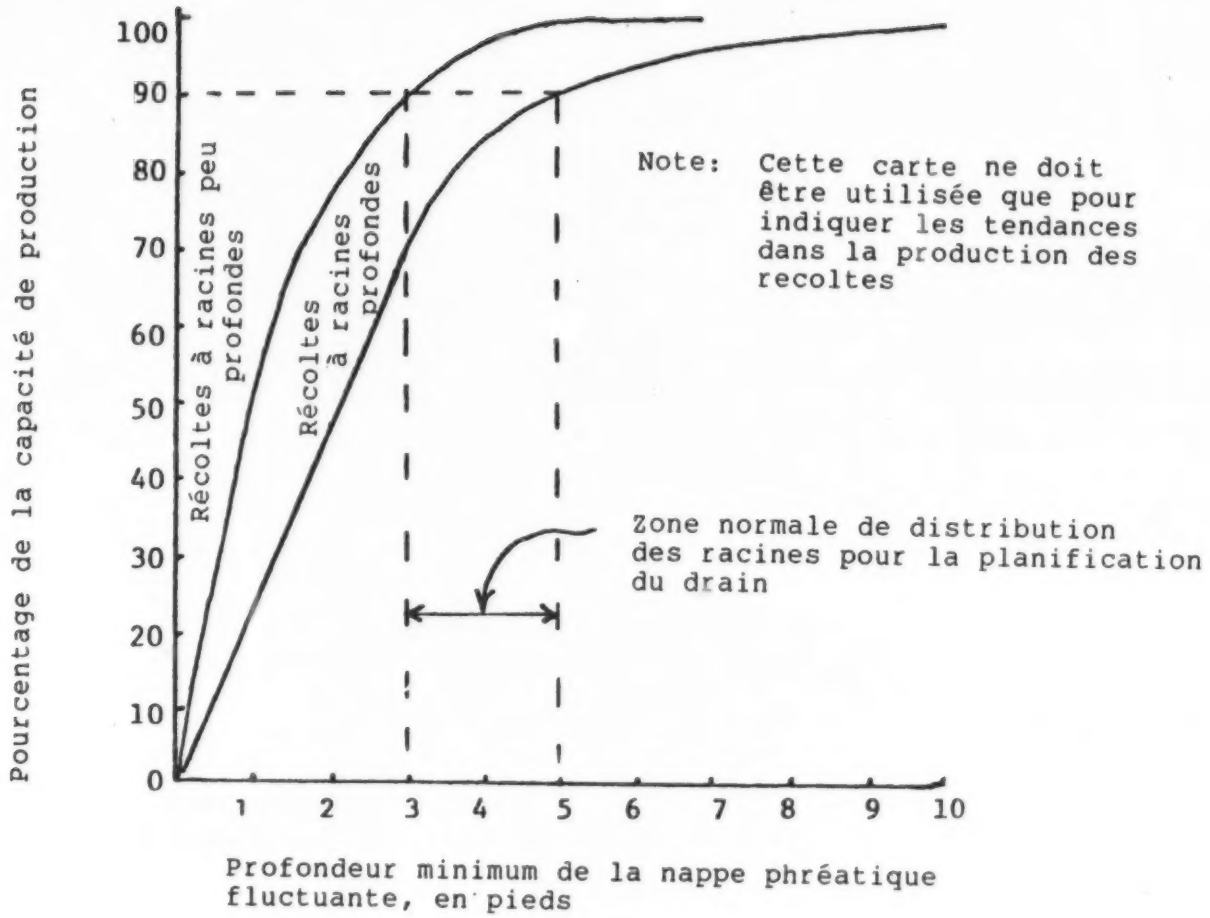


Figure 3: Réaction de la production des récoltes à la fluctuation de la nappe phréatique (d'après U.S.D.I., Bur. of Reclam.1978)

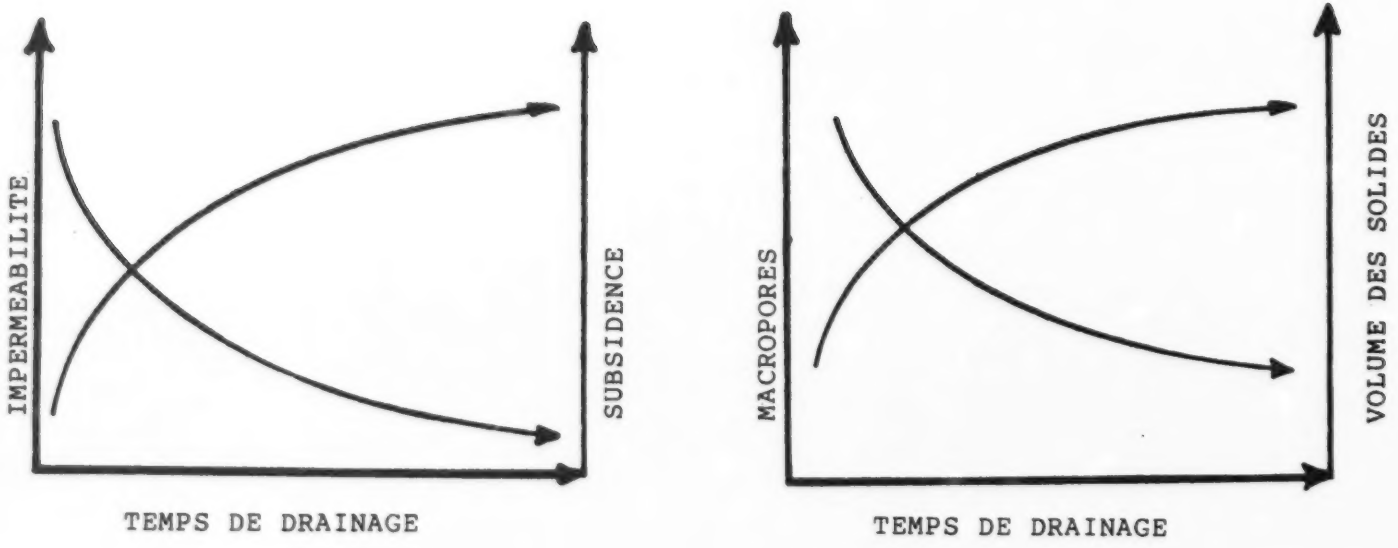


Figure 4 Effet temporel du drainage d'un sol organique sur la structure, l'affaisement et la perméabilité (d'après Egglesman, 1978)

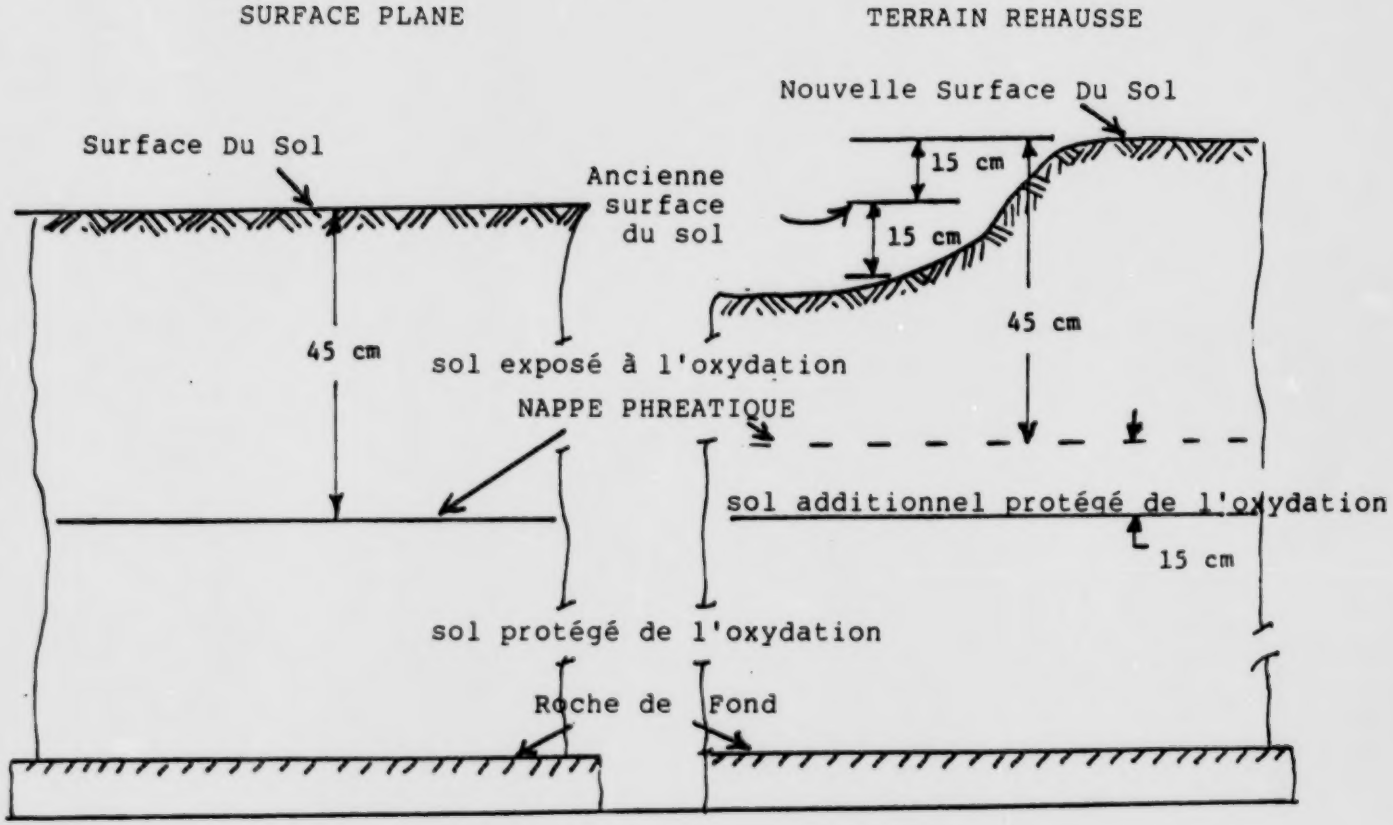


Figure 5 INFLUENCE DU NIVELLEMENT qui rehausse la nappe phréatique et réduit l'oxydation des sols organiques (d'après Snyder et Al, 1978).

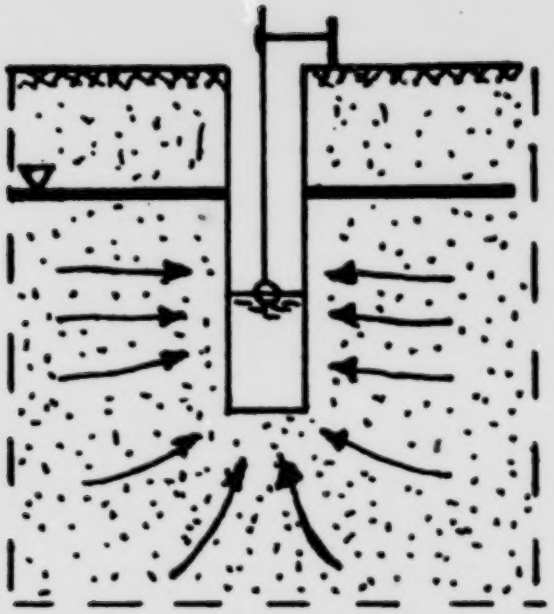


Figure 6 Mesure de la conductivité hydraulique.

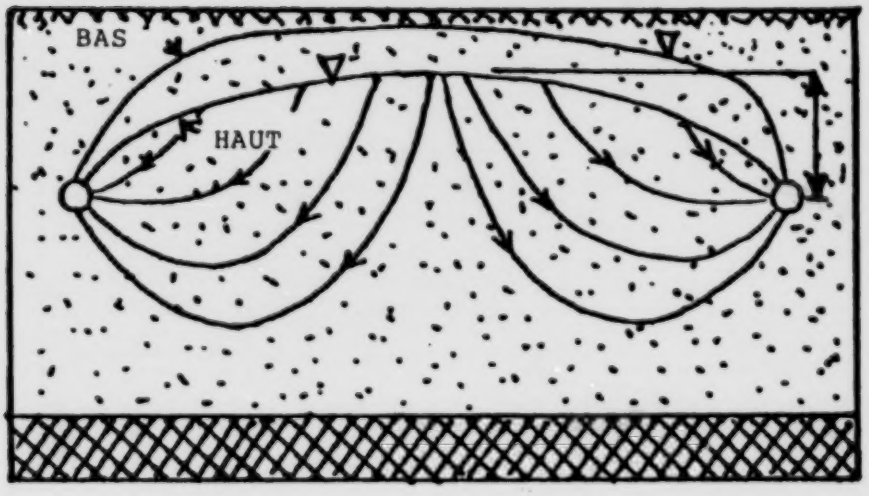


Figure 7 Forme de la nappe phréatique entre les drains souterrains dans les sols à faible ou à imperméabilité élevée

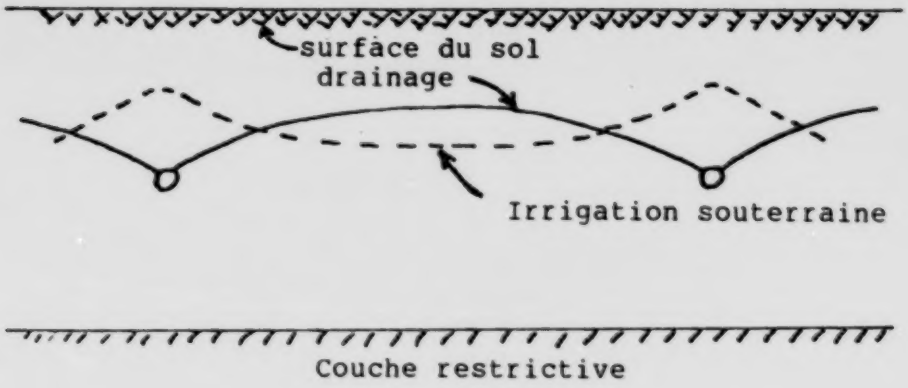


Figure 8 Schéma des systèmes d'aménagement d'eau avec des drains souterrains utilisés pour le drainage ou irrigation souterraine

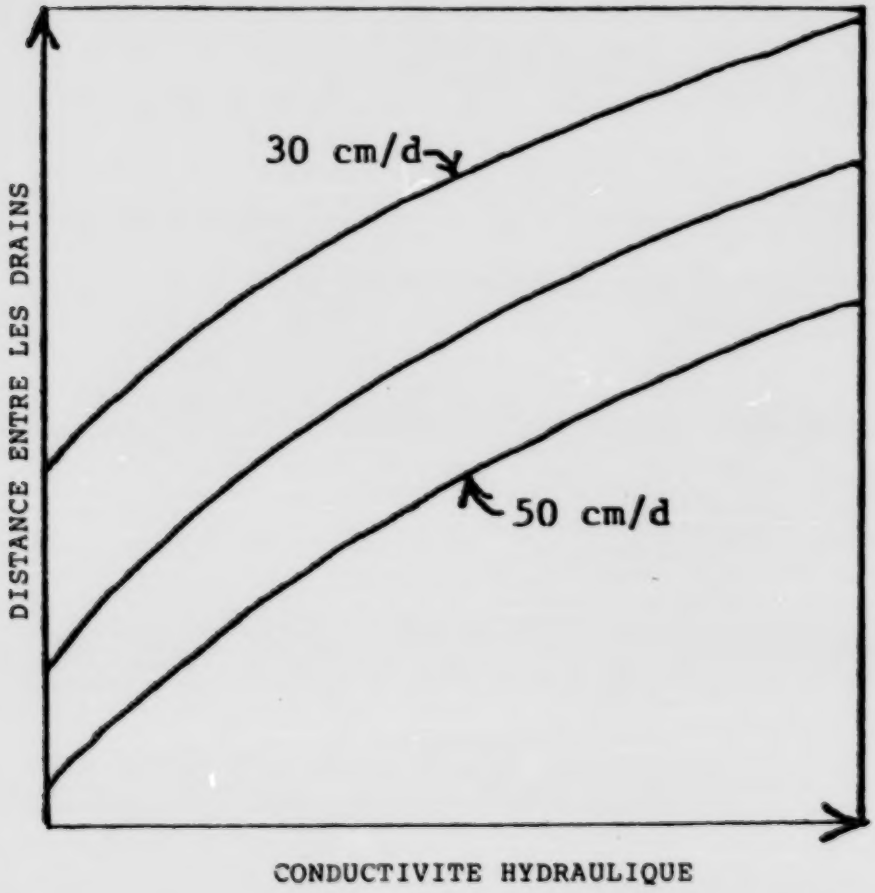


Figure 9 Distance entre les drains en fonction de la conductivité hydraulique et du taux de drainage.

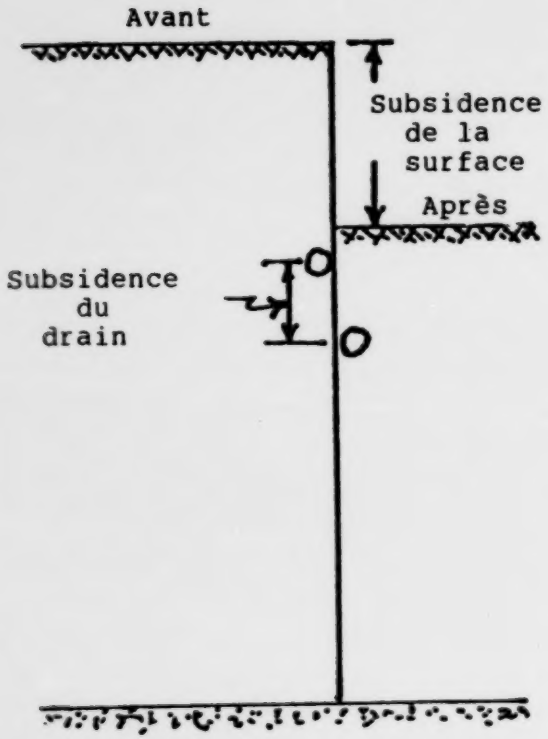


Figure 10 Effet du drainage sur la pronfondeur du drain et la subsidence du sol organique.

L'INFLUENCE DU DRAINAGE DES FORETS SUR LE BILAN FORESTIER EN FINLANDE

THE INFLUENCE OF FOREST DRAINAGE ON THE FOREST BALANCE IN FINLAND

Leo Heikurainen
University of Helsinki
Finlande

RESUME

L'article décrit pourquoi le drainage forestier est important et est pratiqué à grande échelle en Finlande. Le drainage des forêts remonte au XIXième siècle et devrait se poursuivre jusqu'aux années 1990; près de 6.5 millions d'hectares de tourbières et autres forêts paludifiées seront alors transformées en terres forestières productives. A l'heure actuelle (1982), 5.5 millions d'hectares sont drainés.

Le bilan forestier en Finlande a été négatif à maintes occasions pendant les dernières décennies, mais les travaux efficaces d'amélioration forestière, notamment le drainage des forêts, ont changé la situation, de sorte que le bilan est maintenant positif. L'augmentation des taux de croissance des forêts dû au drainage est maintenant de près de 7 millions de mètres cubes par année et sera de 13-17 millions de mètres cubes par année d'ici 20 ans. Avec l'entretien des cannaux, les conditions sylvicoles des régions drainées s'amélioreront dans un avenir rapproché, surtout en raison des programmes de fertilisation.

ABSTRACT

The paper describes the basic reasons why forest drainage in Finland is important and practised on a large scale. The history of forest drainage dates back to the 19th century, and the activity is expected to continue until the 1990's, when about 6.5 mill. ha of peatland and other paludified forests are converted to productive forest land. At present (1982), there are 5.5 mill. ha drained areas.

The forest balance in Finland has been negative on many occasions during last decades, but the effective forest improvement work, especially forest drainage, has changed the situation so that the balance is now positive. The increase in forest growth due to forest drainage is now ca 7 mill. cu. m. a year and after twenty years it will be 13-17 mill. cu. m. a year, depending on the maintenance of ditches, silvicultural condition of drained areas, and especially on the fertilizing programs which will be performed in the near future.

INTRODUCTION

La Finlande est située entre les latitudes 60° et 79° . On retrouve de la végétation de toundra dans la région la plus nordique, la Laponie du nord, et une zone de forêts de feuillus dans la région côtière du Golfe, au sud. La zone taïga, située entre ces deux zones, comprend principalement des forêts de pins (Pinus sylvestris) et d'épinettes (Picea abies). On retrouve également du bouleau, du tremble et d'autres arbres caducs à certains endroits spécifiques.

Le climat favorise la paludification et les tourbières. La température moyenne au sud du pays est de +2 °C et de -2° C au nord. En juillet, elle se situe entre +18 °C et 14 °C alors qu'en février, entre -5 °C et -14 °C. Les précipitations annuelles se chiffrent à 600-700 mm, alors que l'évaporation demeure à 250-300 mm. Avec ces conditions climatiques, on peut facilement comprendre pourquoi la Finlande est un pays riche en tourbières: environ 30% de la superficie totale - le pourcentage le plus élevé de tous les pays.

La superficie totale des marécages se chiffre à 10.5 M ha, avec environ 1 M ha additionnels de forêts paludifiées. Aujourd'hui, environ 0.7 M ha de ces marécages sont cultivés, 5.5 M ha sont drainés pour la foresterie et environ 0.3 M ha sont réservés à l'industrie. Environ 4.0 M ha sont vierges et on en réserve 0.7 M ha pour la conservation.

La foresterie et l'industrie du bois jouent un rôle décisif dans l'industrie de la Finlande. En 1980, les exportations de ce secteur se chiffraient à 23.5 milliards MF (1 dollar canadien = 3.8 MF) des 52.8 milliards MF, ce qui représente 46.0 pour cent des gains des exportations finlandaises, comparativement à 50%, trente ans passés. L'industrie du bois a malgré tout pris beaucoup d'expansion au cours de ces décennies. On peut représenter cette expansion en fonction du bois produit par les chiffres suivant:

1950	17.5 Mm^3
1960	28.6 Mm^3
1970	34.0 Mm^3
1980	50.0 Mm^3

Le grand nombre d'industries du bois et leur expansion rapide au cours de ces dernières années accentuent l'importance de l'équilibre forestier de notre pays.

EQUILIBRE FORESTIER

Le concept de l'équilibre forestier, à sa forme la plus simple, signifie la différence entre la croissance de la forêt et la quantité de bois coupé dans une région spécifique pendant une année ou plus. Cette approche est connue en Finlande depuis les

années 1920 - on fit le premier inventaire forestier en 1922-1923 et les premières statistiques sur les quantités de bois coupées annuellement furent compilées en 1927. A cette époque, l'équilibre était clairement positif, la croissance annuelle se chiffrait à 47 Mm^3 comparativement à 44 Mm^3 de bois coupé. Après la Deuxième Guerre Mondiale, le territoire finlandais perdit environ 10% de sa surface. En 1982, nous en sommes au septième inventaire forestier et, même si l'équilibre a été considéré comme négatif au cours des vingt dernières années, il est maintenant positif. La croissance annuelle se chiffrait à 62.8 Mm^3 dans les années 1974-80, alors que la quantité de bois coupé annuellement se chiffrait entre 50 et 60 Mm^3, selon la situation économique. La faible utilisation des produits de bois au cours des années 1975-77 a créé un surplus dans l'équilibre forestier finlandais, mais au cours des années 1960, l'équilibre était considéré très négatif.

Même si l'équilibre au cours des dernières années a été positif dû à la difficulté d'écouler les produits forestiers, nous connaissons actuellement de nouveaux débouchés dans ce secteur qui augmenteront conséquemment l'utilisation du bois brut dans un proche avenir. L'intensité des travaux d'aménagement forestier et plus particulièrement le drainage, qui s'est pratiqué sur une grande échelle au cours des dernières décennies, amélioreront cette expansion.

ACTIVITE DE DRAINAGE FORESTIER EN FINLANDE

La figure 1 nous montre les statistiques annuelles des activités de drainage forestier à partir de 1925. Suite à ces activités, nous comptons présentement 5.5 M ha qui sont drainés pour fins forestières. On pourrait même dire que ce type de drainage remonte à plus de cent ans. A cette époque, et jusqu'à la Deuxième Guerre Mondiale, ces travaux étaient faits manuellement; on a drainé 700,000 ha à la pelle.

Les propriétaires de terrains privés, qui étaient et qui sont toujours en majorité dans le domaine forestier finlandais, se sont de plus en plus intéressés à augmenter le taux de croissance des forêts par le drainage. Une loi sur l'amélioration de la forêt (Forest Improvement Law) a été adoptée en 1928, ce qui a permis à ces propriétaires d'obtenir une aide financière et la possibilité d'emprunter à un faible taux d'intérêt. Le National Board of Forestry voit à l'application de cette loi et le travail comme tel est fait par les différents districts du Central Forestry Board, Tapio. On retrouve environ 15 de ces districts, qui emploient 55 forestiers et environ 500 techniciens et contremaîtres, travaillant à la construction de routes, à l'aménagement de la forêt etc., en plus des travaux de drainage. Jusqu'à tout récemment, ce dernier aspect les occupaient beaucoup, mais la construction de routes en forêt est maintenant devenue plus important.

Environ 24 poucent de la superficie totale des forêts appartiennent à l'Etat et 8 pourcent aux compagnies; chacun défraie le coût de ses travaux de drainage. Une plus grande proportion de ces forêts est drainée comparativement aux terrains privés.

Ce n'est qu'après les années 1950 que les tourbières furent grandement utilisées, à la demande d'une industrie forestière en pleine expansion, afin de maintenir un bon équilibre forestier. A cette époque, les développements technologiques offraient une machinerie plus efficace, telle des tracteurs à chenilles capables de se déplacer sur les tourbières et des machines à creuser munies d'équipements hydrauliques.

Les travaux de drainage avaient atteint leur maximum vers la fin des années 1960, alors qu'on comptait une superficie annuelle drainée de 300,000 ha en 1969,un record mondial dans ce domaine. Ces travaux diminuèrent dans les années 1970 et en 1981, après 20 ans, la superficie annuelle drainée se chiffrait à moins de 100,000 ha.

Selon les objectifs du gouvernement et de la plupart des partis politiques, on s'attend à maintenir les travaux de drainage durant cette décennie et à les diminuer durant les années 1990. On vise 6.5 M ha de tourbières drainées en culture forestière d'ici l'an 2000.

Comme on l'a déjà mentionné, les tourbières drainées étaient naturellement recouvertes de forêts, mais leur surplus d'eau ralentissait la croissance des arbres. Dans la plupart des régions, les peuplements d'arbres peuvent se développer après qu'il y a eu drainage; les forêts naturelles comprennent donc des espèces jeunes, capables de survivre, suffisamment dense pour devenir économiquement rentables. Toutefois, il est parfois nécessaire d'encourager le reboisement naturel, en ayant recours à la coupe de régénération (pins) ou aux coupes progressives (épinettes). On a rarement recours à la culture forestière.

Les tourbières drainées sont en général suffisamment fertiles pour favoriser une bonne croissance des peuplements; en fait, elles ont été spécifiquement choisies à cet effet. Il est parfois nécessaire de fertiliser, et dans presque tous les cas, il est possible d'améliorer la croissance des arbres par ce moyen. La carence en phosphore est souvent la plus remarquée, ainsi que celle de potassium. Il a été possible de faire pousser des arbres sur des tourbières très pauvres au moyen de fertilisation au NPK, mais cette production commerciale ne s'est pas avérée économique.

En dehors de l'entretien relié à la sylviculture, avec possibilités de reboisement et des programmes de fertilisation, l'entretien des canaux est également un facteur important dans les calculs (se référer au tableau ci-dessous). On doit habituellement nettoyer et approfondir les canaux une première

fois environ 25 à 30 ans après le creusage initial. Habituellement, un seul nettoyage suffit pendant le cycle de croissance, car les forêts en plein développement peuvent intercepter et transpirer suffisamment d'eau pour maintenir de bonnes conditions de sol jusqu'à la coupe. Le deuxième cycle de croissance peut commencer soit avec un reboisement naturel ou par plantation, suivant une coupe à blanc. A cette étape, il est peut-être nécessaire de nettoyer et d'approfondir les vieux canaux et/ou d'en creuser de nouveaux.

Voici les chiffres illustrant les travaux de drainage forestier en Finlande de 1960 à 2010.

Année		1960	1970	1980	1990	2000	2010
Nouveaux canaux	1,000 ha/a	72	245	126	50	--	--
Nettoyage des anciens canaux	1,000 km/a	4	7	17	30	30	30
Finition des canaux	1,000 km/a	2	5	7	9	--	--
Redrainage	1,000 ha/a	-	-	6	9	16	60
Fertilisation	1,000 ha/a	2	85	50	100	100	100
Reboisement	1,000 ha/a	2	6	10	15	20	20
Entretien des jeunes peuplements	1,000 ha/a	4	10	20	30	40	40

INFLUENCE DU DRAINAGE SUR LA CROISSANCE DES FORETS

La figure 3 nous montre l'augmentation de la croissance d'une

forêt dû au drainage. Mes collègues et moi avions déjà faits ces prévisions vingt ans passés. Voici l'explication de quelques-uns de ces calculs.

La classification des marécages, basée sur la composition du peuplement et de la végétation au niveau du sol, est le facteur le plus important pour déterminer l'équilibre forestier des tourbières. On retrouve environ 30 différents types de sites. La superficie et la distribution de chaque type sont évaluées par les inventaires forestiers nationaux. La productivité des différents types de sites est évaluée en se basant sur des centaines d'échantillons recueillis à différents sites d'échantillonnage à travers le pays. Nous connaissons, d'une façon assez précise, le taux de croissance des forêts avant et après les travaux de drainage de chaque type de site, dans les différentes régions du pays. La figure 2 nous montre un exemple du taux de croissance qui se produit après le drainage dans quatre types de site, en fonction de la température accumulée (somme) (jd^{o}C, température supérieure à +5^{o}C).

En se servant de ces informations, il a été possible, dès les années 1960, de calculer et de démontrer l'augmentation future de la croissance des forêts due au drainage, selon la fréquence et l'amplitude des activités de drainage forestier.

On s'attend à ce que l'augmentation atteigne 8.5 Mm^{3} par année en 1982. Les inventaires forestiers faits en 1979-81 confirment ces prévisions; un rapport sur la situation estime que ce chiffre

sera atteint dans un avenir rapproché. En se référant à la figure 3, on peut déduire que le progrès de ces futurs développements dépend beaucoup du programme de fertilisation. Si l'intensité annuelle de fertilisation est maintenue à 100,000 ha, l'augmentation moyenne due au drainage sera d'environ 15 Mm^3 par année d'ici 1995. Après cette date, l'augmentation sera encore plus élevée dû au drainage intensif des années 1960 et 1970. Si le programme de fertilisation est doublé, l'augmentation moyenne sera d'environ 17 Mm^3, alors que si elle demeure au niveau actuel, environ 30,000 ha par année, elle ne sera que de 13 M m^3. Notre politique officielle dans ce domaine appuie un programme de fertilisation moyen, soit de 100,000 ha par année.

En ce qui concerne une augmentation des possibilités de coupe, nous devons procéder par étapes. On s'attend à ce que le peuplement atteigne son taux d'augmentation maximal vers l'année 2000, alors que l'augmentation du taux de coupe ne l'atteindra que vingt ans plus tard. En fait, ce n'est qu'une théorie et on assume que toutes les coupes seront faites sur des superficies drainées au moment prévu. En pratique, cet échéancier dépend de plusieurs autres facteurs, tels ceux reliés aux politiques forestières en générales, à la situation du marché du bois etc.

CONCLUSIONS

L'augmentation de la croissance forestière dans les superficies drainées, i.e. marécarges drainés et les terrains denses

paludifiés, a été mentionnée auparavant, mais la croissance totale dans ces régions est naturellement le résultat de la croissance avant drainage et l'augmentation de la croissance après drainage. La figure 3 nous démontre que la croissance totale des superficies drainées est (en 1982) d'environ 17 Mm^3 par année et qu'elle sera d'environ 23 Mm^3 dans 15 ans. Le tableau suivant nous montre le pourcentage des forêts drainées.

	Mm^3/année		
	1980	1990	2000
Croissance sur superficies drainées	16.4	21.4	24.8
Croissance forestière dans d'autres régions	46.4	46.4	46.4
Croissance forestière totale	62.8	67.8	71.2
Augmentation en pourcentage	26.1	31.6	34.8

Je voudrais également mentionner que l'augmentation possible des autres superficies, tels les terres agricoles, les terrains cultivables reboisés, etc. n'est pas incluse ici; autrement ce genre de travail d'aménagement forestier ne semblerait pas avoir connu autant de succès que le drainage forestier.

L'aspect économique du drainage est également intéressant. On rapporte souvent que le drainage forestier n'est pas rentable, mais deux ans passés, j'ai fait une recherche sur la rentabilité du drainage forestier en Finlande. Sans entrer dans les détails,

j'ai calculé qu'en ayant un taux d'intérêt de cinq pourcent, le revenu est supérieur à l'investissement, ce qui signifie que nos conditions de rentabilité sont assez bonnes, plus particulièrement lorsque l'on tient compte de l'importance de l'investissement national.

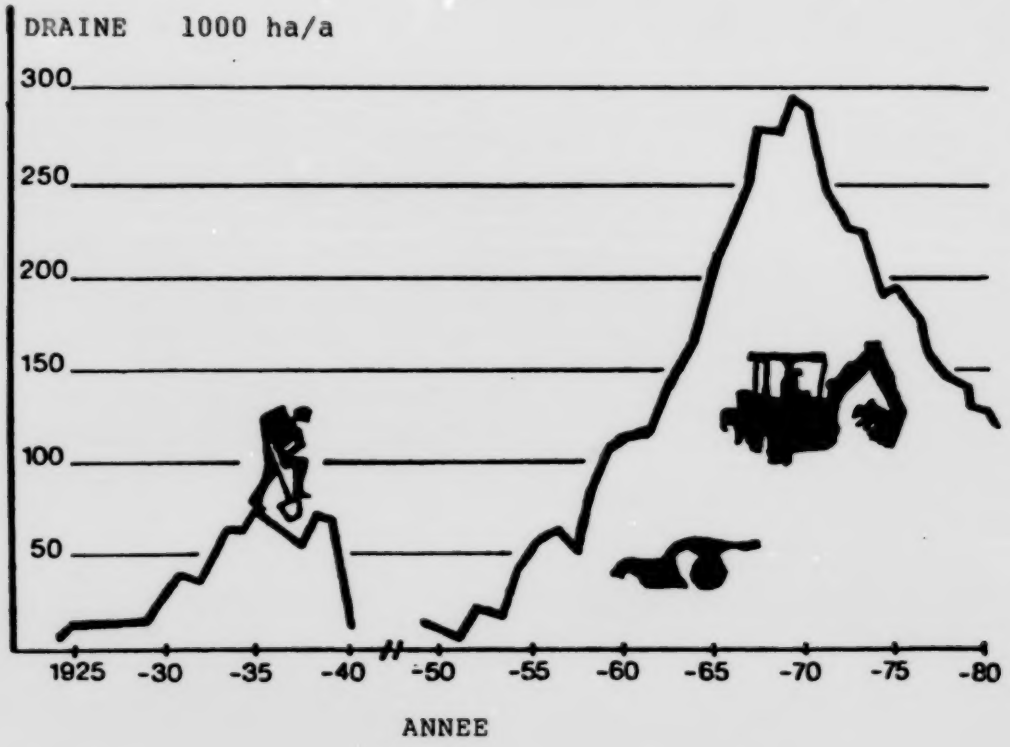


Figure 1 Surfaces drainées annuellement de 1925 à 1981

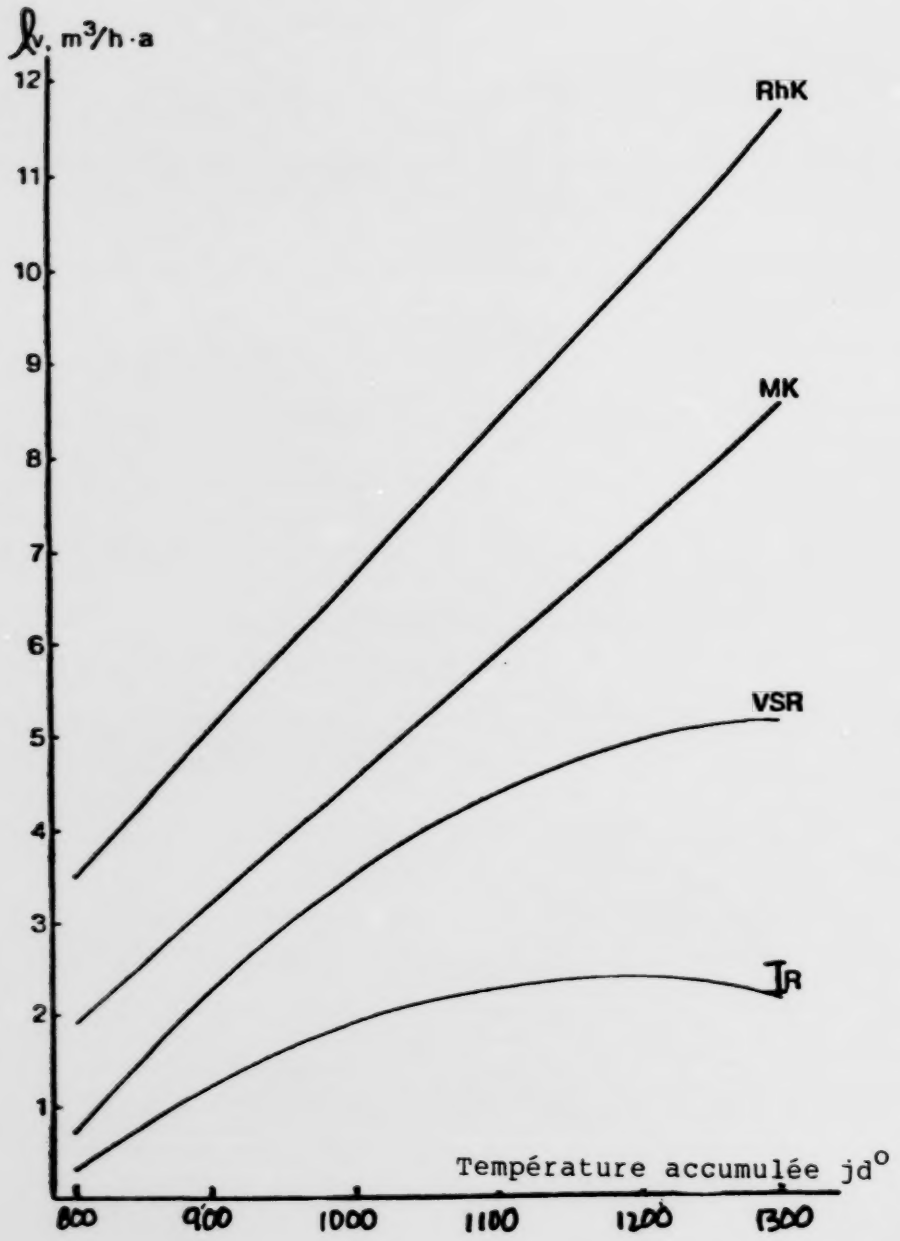


Figure 2 Effet de la température accumulée (somme) sur l'augmention de la croissance des peuplements sur les sites suivants: RhK = marécage d'épinette, riche en herbacées, MK = marécage d'épinette & myrtilles, VSR = marécage de pins et de laîches, IR = marécage de pins et d'arbustes nains.

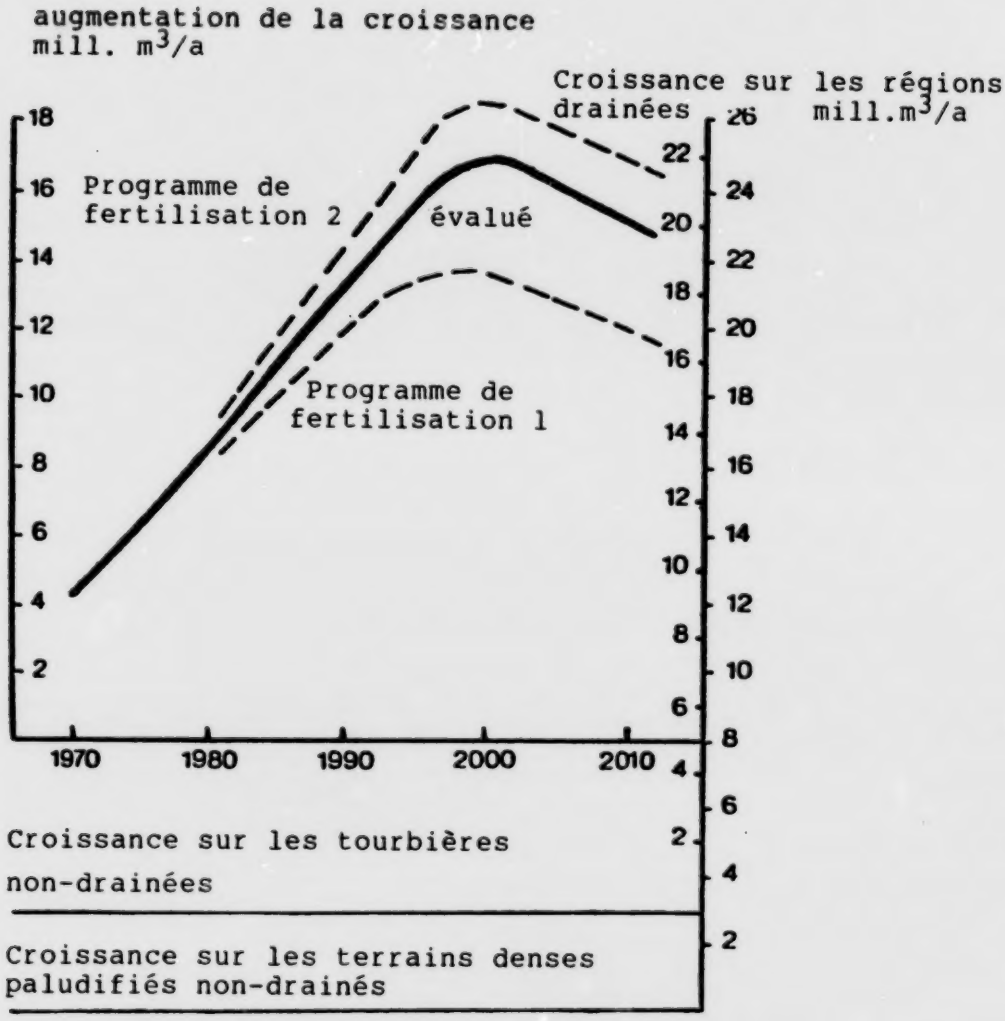


Figure 3 Croissance du peuplement en milieu non-drainé et son augmentation dû au drainage forestier selon les différents programmes de fertilisation.

SESSION 7

AUTRES USAGES (NON-ENERGETIQUES) DE LA TOURBE

PREMIERE PARTIE

LA TOURBE: UNE RESSOURCE INESTIMABLE

PEAT - AN AWAKENING GIANT

William Moores
Terra-Nova Power & Development Ltd.
St.Jean, Terre-Neuve

RESUME

L'intérêt que porte notre compagnie à l'exploitation de la tourbe a débuté avec la mise au point d'un poêle consommant de la tourbe. Suite à des efforts en vue de développer un procédé pour sécher la tourbe, Moores a préparé une formulation chimique, qui ajouté à la tourbe, favorise sa déshydration.

Ce nouveau concept de séchage implique un procédé mécanique. Le produit final est hydrophobe et peut servir d'absorbant pour les hydrocarbures. Ce nouveau produit, appelé Oclansorb, est maintenant disponible sur le marché à cette fin.

ABSTRACT

The Company's interest in peat development commenced with the development of a peat burning stove. In an effort to develop a drying process of peat, Mr. Moores developed a chemical formula which, when added to peat, assists in the dehydration of peat.

This new concept involves a mechanical drying process. The end product is hydrophobic and is suited as an oil absorbent. The product, called Oclansorb, is now commercially availble as an oil absorbent.

C'est avec honneur et plaisir que j'ai accepté l'invitation d'adresser la parole à un tel groupe de gens distingués. Mon expérience dans le domaine de l'exploitation de la tourbe est relativement jeune, cependant, j'ai pris conscience du potentiel inestimable de cette ressource tellement abondante au Canada et ailleurs.

Mon intérêt à la tourbe remonte à deux ans. A ce moment,

plusieurs recherchaient des sources d'énergie alternatives, et cette pratique très ancienne d'employer de la tourbe comme combustible m'intriguait.

En mars 1980, j'acquis les droits de fabrication pour un poêle à bois. Conscient des difficultés de se procurer du bois de chauffage, surtout dans les régions urbaines, j'ai songé à la possibilité de brûler de la tourbe au lieu du bois. Suite à de nombreux essais avec de la tourbe ayant des degrés d'humidité variables, je conclus qu'en effet ce matériau pouvait servir de combustible pour mon poêle.

Des tests ultérieurs ont prouvé cette conclusion sans l'ombre d'un doute. De plus, ce poêle recevait l'approbation du ULC comme le premier poêle à bois et à tourbe au Canada.

Peu de temps après, j'entreprenais des recherches intensives sur la tourbe comme combustible. L'aide financière du Conseil national de recherches du Canada me permis d'expérimenter sur la fabrication de bûches de tourbe.

L'obstacle majeur, comme plusieurs d'entre vous le savez, est de réduire le degré d'humidité de la tourbe. Je décidais alors de m'attaquer à ce problème, toutefois après quelques mois, je m'aperçus que ce travail n'avançait pas.

A ce moment, j'ai envisagé une autre possibilité, celle de briser

la structure physique de la tourbe par des moyens chimiques, afin qu'elle perde son affinité pour l'eau. Ceci mena à une série d'expériences sur des combinaisons de polyélectrolytes.

Une certaine combinaison donna les résultats recherchés; j'avais réussi à briser les liens colloïdaux de la tourbe. L'action chimique suivie du séchage orienta l'affinité envers les hydrocarbures. Ainsi traitée, la tourbe était devenue hydrophobe.

Ce nouveau produit, que je nommai "Oclansorb", pourrait être utilisé pour absorber des hydrocarbures et donc servir à nettoyer les déversements accidentels. Le brevet pour le procédé de fabrication du Oclansorb au Canada est présentement en instance d'acceptation.

Depuis l'automne 1981, le produit a été soumis à des essais et amélioré. L'étape de recherche et de développement est maintenant terminée et nous avons entamé la phase de production commerciale.

Passons maintenant à une brève description des caractéristiques du Oclansorb. La tourbe brute, qui compose le produit à 90%, varie de H1 à H3 à l'échelle von Post. Pendant le procédé de séchage, on y ajoute une formulation chimique.

L'Oclansorb a un taux d'humidité inférieur à 1%. Lorsqu'empaqueté

et exposé à l'air, il n'absorbera pas plus que 4% d'humidité de l'atmosphère ambiante.

L'Oclansorb peut absorber jusqu'à dix fois son poids en hydrocarbures, et ce, presque instantanément. Le produit peut absorber plus de 90% des hydrocarbures déversés soit sur l'eau ou sur le sol.

L'application peut se faire manuellement ou au moyen d'une souffleuse pneumatique directement sur les nappes d'huile. Au contact de l'huile le produit perd son aspect sec. Ensemble, l'Oclansorb et l'huile forment une masse flottante, qui a la propriété de ne pas adhérer aux plages, aux métaux ou à l'équipement. On peut ensuite se débarasser de cette masse saturée d'huile en la brûlant.

L'Oclansorb a plusieurs avantages à son crédit: il est stérile et inoffensif au point de vue environnementale et de plus, il est exempt de parasites.

Je vous ferai maintenant visionner un court film dans lequel vous pourrez voir le produit à l'oeuvre dans des essais sur le terrain, ce qui sera suivi d'une démonstration.

CLOTURE

Je tiens à vous remercier de m'avoir permis de vous expliquer et de vous démontrer un des produits de la tourbe. Je crois que dans le futur nous verrons évoluer toute une gamme de produits à base de cette ressource inestimable.

UTILISATION DE LA TOURBE DE SPHAIGNE POUR LE TRAITEMENT DES EFFLUENTS DE FOSSES SEPTIQUES

THE USE OF SPHAGNUM PEAT FOR TREATMENT OF SEPTIC TANK EFFLUENT

Joan L. Brooks, Chet A. Rock, Roland A. Struchtemeyer,
Franklin E. Woodard
University of Maine
Orono, Maine,E.-U.

RESUME

Une couche filtrante de tourbe de sphaigne a été aménagée pour traiter l'effluent d'une fosse septique d'un site résidentiel au Maine, où les conditions du sol ne se prêtaient pas aux techniques courantes. L'effluent de la fosse septique contenait en moyenne 37.0 mg/litre d'azote total Kjeldahl, 7.0 mg/litre de phosphore total, 606 mg/litre en DCO, 160 mg/litre de MST et 391,500 coliformes fécaux/100 ml. On a répandu en moyenne 10.4 cm/semaine de tourbe de décembre 1978 à juin 1980. L'effluent de la couche filtrante en tourbe de sphaigne a présenté une diminution de 90% de l'azote total Kjeldahl, de 89% de MST, de 86% en DCO et de 56% des teneurs en phosphore total. La couche filtrante a réussit à éliminer presqu'entièrement les bactéries de coliformes fécaux. Elle a permis de conserver un état aérobie, et l'effluent contenait en moyenne 6.8 mg/litre en DCO. Les cannalisations de distribution, qui n'étaient qu'à 20 cm sous la surface, n'ont pas gelé même s'il n'y a eu que de très faibles précipitations de neige au cours des trois premiers hivers de fonctionnements. Les résultats révèlent que les couches de tourbe filtrantes peuvent être une autre solution aux aires d'infiltration de type courant.

ABSTRACT

A Sphagnum peat filter bed was constructed to provide treatment of septic tank effluent at a residential site in Maine where existing soils were unacceptable for use with conventional technology. The septic tank effluent contained an average of 37.0 mg/liter total Kjeldahl nitrogen, 7.0 mg/liter total phosphorus, 606 mg/liter C.O.D., 160 mg/liter T.S.S., and 391,500 fecal coliforms/100 ml. An average of 10.4 cm/week was applied from December 1978 through June 1982. Effluent from the Sphagnum filter bed showed a 90% reduction in total Kjeldahl nitrogen, 89% reduction in T.S.S., 86% reduction in C.O.D., and a 56% reduction in total phosphorus concentrations. The filter bed accomplished almost complete removal of fecal coliform bacteria. The filter field maintained an aerobic state and effluent contained an

average of 6.8 mg/liter C.O.D.. Although snow cover was minimal during the first three winters of operation and distribution pipes were only 20 cm below the surface of the field, freezing did not occur. The results indicate that a peat filter bed can be used as an alternative to conventional drainfields.

INTRODUCTION

On a toujours eu recours aux puisards pour traiter les eaux usées domestiques dans des régions où le système de traitement des égoûts n'était pas disponible. L'efficacité de ces systèmes de traitement conventionnels dépend de plusieurs facteurs dont: la perméabilité du sol, la profondeur, le niveau de la nappe phréatique, la nature de la couche sous-jacente, la pente, la proximité des puits, les ruisseaux ou les lacs (Bender (1971)[1]). Sur certains sites, le système ne peut fonctionner que pendant quelques mois. On s'en rend compte lorsque l'effluent remonte à la surface, lorsqu'il y a des odeurs nauséabondes et lorsque les tuyaux de plomberie se vident trop lentement. Environ un tiers de la superficie totale des Etats-Unis convient aux systèmes traditionnels (U.S. - EPA(1978)[2]). Dans le Maine, seulement 15% de sa superficie totale convient au traitement conventionnel des eaux usées (Couture (1978)[3]). En 1970, on évalue à 22 millions le nombre de systèmes septiques aux Etats-Unis et au Canada (Bernhart(1973)[4])et, environ 25% des nouvelles maisons construites y ont recours (Goldstein (1972)[5]). L'impossibilité de pouvoir utiliser le système conventionnel à certains endroits et son inefficacité ont incité l'étude d'un système de traitement alternatif (Woodard (1976)[6]).

Au cours de la dernière décennie, on s'est intéressé à l'utilisation de la tourbe pour le traitement des égoûts. En Finlande, on se sert des tourbières cannalisées pour traiter les égoûts des petites communautés. Les eaux usées sont pompées aux cannaux de retention et passent au travers de la tourbe par percolation pour être récupérées par des cannaux 20 m plus loin. Cette méthode enlève environ 39% du phosphore, 62% de l'azote, 80% en DBO et de 95 à 99% des bactéries (Kamppi (1971)[7]; Surakka (1971)[8]). Dans un village, ce système a réussi à enlever 82% du phosphore et 90% de l'azote (Surakka et Kamppi (1971)[9]). Tilton et Kadlec (Tilton & Kadlec (1979)[10]) ont appliqué l'effluent secondaire à la surface d'une tourbière au Michigan au cours des années 1976 et 1977. Ils ont rapporté une réduction de 73 à 96% de l'azote des nitrates à moins de 25 à 80 m du point d'application. Suite à ces résultats, la Ville de Houghton Lake, Michigan, a commencé à déverser, sur une grande échelle, leur effluent secondaire sur une tourbière voisine (Nichols et Boelter(1982)[11]).

A Drummond, Wisconsin, on a procédé au traitement tertiaire en faisant passer l'effluent d'un système à trois bassins dans une tourbière de sphaigne boisée de 10 ha. Cet effluent était retenu dans les bassins au cours de l'hiver et appliqué à la tourbière assimilait les nutriments de l'effluent (Guntenspergen et al (1981)[12]).

Farnham et Brown (1972)[13] ont utilisé de petits filtres ($9m^2$)

faits de sable et de tourbe pour le traitement de l'effluent secondaire. Les taux d'application variaient de 10 à 20 cm/jour. L'effluent du filtre a démontré une réduction de 95% en DBO et une élimination presque complète des coliformes. Les concentrations en phosphore ont été réduites de 7.0 mg/litre à environ 0.05 mg/litre après le passage dans la couche filtrante. Les conditions aérobies ont été les mêmes malgré un taux élevé d'application (20 cm/jour). Les opérations hivernales ont connu quelque peu de succès mais, la température très froide a causé certains problèmes.

En se basant sur les résultats de Farnham et Brown, on installa un filtre de 317 m^2 au North Star Campground, une installation de l'USDA Forest Service au Minnesota. Ce système a traité l'effluent provenant d'un système mécanisé d'aération activant la décomposition. L'effluent a été vaporisé sur la tourbe et le mélange tourbe/sable a presque tout enlevé le phosphore total, l'azote ammoniacal et les coliformes fécaux. L'azote organique et l'azote des nitrates ont été réduits d'environ 70%. Les données préliminaires de cette étude ont été présentées par Osborne (1975)[14], Stanlick (1976)[15], et Parrott et Boelter (1979)[16]. La couche filtrante, composée d'une tourbe acide et humique de roseaux et de laîches a été utilisée à partir de la fin mai jusqu'au début septembre depuis 1973. La pelouse qui poussait sur le champs était enlevée régulièrement. Nicols et Boelter (1982)[11] ont rapporté que 300 mg/litre de solides dissouts ont été retenus par le terrain; les coliformes fécaux ont été

pratiquement éliminés; et le phosphore des eaux usées à été presque complètement enlevé. La végétation contribue à retirer les nutriments, tout particulièrement l'azote des eaux usées (Nichols et Boelter(1982) [11]).

A l'exception de l'utilisation des tourbières en Finlande, les systèmes de traitement actuels sont tous utilisés, jusqu'à présent pour le traitement tertiaire des eaux usées. Le système dont nous faisons mention ici est utilisé pour le traitement des eaux usées sur le site.

METHODES ET MATERIAUX

Une maison familiale, longeant six personnes, située dans le Comté de Penobscot au Maine, a été choisie pour l'étude des couches filtrantes de tourbe de sphaigne. Le sol était du type Thorndyke (Pcss (1959)[17]), peu profond jusqu'à la roche de fond et ne convenait pas au système conventionnel d'adsorption. Le débit dans la fosse septique de 3,785 litres était d'environ 1,325 litres/jour.

Le terrain filtrant a été préparé en novembre 1978 (Figure 1). Les deux affleurements parallèles de la saillie demandaient une excavation de 4.8 m de large. On a choisi une longueur de 19 m afin d'obtenir un taux de remplissage hydraulique de 1.5 cm/jour. Afin de faciliter l'étude suivie, on doubla l'excavation de 90 cm de profond d'une feuille de plastique placée dans une couche de

sable de 15 cm. Le sable était recouvert de 15 cm de roches concassées lavées et de 1 cm de diamètre parmis lesquelles un tuyau de plastique (PVC) perforé et de 10 cm de diamètre a été placé afin de faciliter le drainage du terrain. Ce tuyau souterrain était également un bon point d'échantillonnage pour l'effluent du terrain. Au-delà de ce point d'échantillonnage, l'écoulement couvrait une distance d'environ 18.3m avant de remonter à la surface.

De la tourbe de sphaigne en vrac a été ajoutée en couches de 10 à 15 cm, raclées et compactées manuellement, jusqu'à une profondeur de 7.5 cm. Trois tuyaux perforés (PVC) de distribution ont été raccordés et placés dans la couche de roches concassées afin de répartir uniformément l'effluent de la fosse septique. On ajouta 15 cm additionnel de tourbe par dessus les tuyaux; l'épaisseur totale de la tourbe était d'environ 90 cm. La surface du terrain n'a pas été ensemencée de gazon au moment de la construction du système et elle est demeurée ainsi jusqu'en 1982.

Des puits d'échantillonnage ont été creusés aux deux extrémités du terrain à la bordure de l'excavation doublée de plastique. Ces puits ont été faits en cimentant un bouchon (PVC) sur la partie inférieure du raccord transversal placée dans le tuyau provenant de la fosse septique et dans le tuyau de drainage souterrain. La partie supérieure du raccord transversale était au-dessus du sol et recouvert d'un bouchon lâchement serré. Ces puits étaient vidés le soir précédant la prise des échantillons

afin d'assurer le prélèvement d'échantillons frais.

Les échantillons de l'effluent (ci-après appelé influent) de la fosse septique et de l'effluent du terrain de filtration ont été recueillis et analysés pour les périodes suivantes: semi-mensuellement, janvier 1979 à janvier 1980; journalièrement, octobre à décembre 1980; quotidiennement, janvier à octobre 1981; et semi-mensuellement, novembre à juin 1982. Toutes les techniques d'analyses étaient conformes aux "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater", 14ième édition (APHA (1976)[18]). Au cours de l'année 1979, les concentrations d'azote ammoniacal, d'azote organique, d'azote des nitrates, de phosphore total, le DCO, l'OD et le niveau de coliformes fécaux ont été déterminées selon les échantillons de l'effluent et de l'influent. On a également mesuré le DBO, le MST, la coloration, la température, le pH et la turbidité de novembre 1981 à juin 1982.

RESULTATS ET DISCUSSION

On a utilisé de la tourbe de sphaigne fibrique et acide provenant de Denbo Heath, Comté de Washington, Maine pour le terrain filtrant avant l'application des eaux usées, le pH de la tourbe dans l'eau était de 3.5, son contenu en matière organique de 99%, son contenu en cendre de 1% et sa capacité de retention d'eau de 880% (poids sec) (Shaw (1976)[19]).

Le pH de l'influant au terrain variait de 6.0 à 7.1 et celui de l'effluent variait de 5.4 à 6.4 respectivement avec une baisse moyenne de 0.5 unités pH après avoir traversé le terrain (Tableau 1). On n'a pas quantifié la coloration en 1980 mais la couleur de l'effluent ressemblait à celle d'un thé fort pendant les premiers mois d'opération pour se décolorer presque complètement au bout de six mois. Depuis 1981, la coloration de l'effluent a variée entre 60 et 1600 unités standard selon un patron cyclique et elle était plus foncée l'été que l'hiver.

La réduction des coliformes totaux des coliformes fécaux des eaux usées a été de plus de 99% après avoir passé dans le terrain (Tableau 1). Au cours des trois premières années d'opération, nous n'avons pas obtenu de résultats positifs des coliformes fécaux au moyen de la technique de fermentation à plusieurs tubes. En 1982, on a obtenu trois résultats positifs moyennant 2 coliformes fécaux /100 ml en utilisant la technique du filtre membrane. Onze tests ont donné moins de 1/100 ml. Le total des coliformes a été réduit d'une moyenne de 8.34 x 10 /100 ml à 28/ 100 ml.

Les bactéries entériques peuvent survivre pendant plusieurs semaines dans des sols allant de légèrement acides à alcalins mais elles meurent en quelques jours dans les sols tourbeux acides (Beard (1940)[20], Cuthbert et al (1950)[21]). On a beaucoup utilisé des pansements en tourbe de sphaigne dans les hôpitaux militaires pour remplacer le cotton absorbant pendant la Première

Mondiale. Ils se sont avérés très efficace vu leur qualité antiseptique (Hasnel (1924)[22]). Plusieurs espèces de champignons Penicillium que l'on retrouve dans la tourbe sont bactéricide envers l'Escherichia coli et autres bactéries (Domsch et Gams (1972)[23]). Nous avons identifié les espèces Penicillium et autres champignons bactériostatiques dans les échantillons prélevés d'un système de dimensions réduites de terrains filtrants fait de tourbe. Les champignons bactéricides, les propriétés phénoliques de la tourbe et le milieu acide de celle-ci peuvent tous avoir contribué à l'excellente réduction des coliformes des eaux usées dans ce système.

Les températures de l'influent et de l'effluent ont suivit les températures saisonnière mais ont démontrée une diminution moyenne de 5°C après le passage au travers du terrain filtrant. Les températures de l'influent et de l'effluent ont varié entre 5 à 20° C et 2 à 14° C respectivement. Malgré la faible précipitation de neige au cours des trois premières années d'opération, seuls les premiers 15 cm du terrain ont gelé et, la température est demeurée au-dessus de 4 °C à une profondeur de 30 cm. Pendant l'hiver 1981-82, l'accumulation de neige a atteint environ 1 m au dessus de la surface du sol gelée. Aucune différence dans l'opération du terrain n'a été remarquée sous l'une ou l'autre de ces conditions. La chaleur genérée par l'activité microbienne et les propriétés isolantes de la tourbe ont empêché les complications reliées à la gelée comme c'est le cas pour les terrains non-tourbeux recouverts de peu de neige.

La turbidité de l'influent a été réduite de 95% pendant les mois d'hiver où on a fait le plus d'applications sur le terrain. Malgré une turbidité moins élevée pendant l'été, la réduction était de l'ordre de 78%. L'influent a varié entre 35 et 91 mg/litre et l'effluent entre 3 et 28 mg/litre avec une réduction moyenne de 85%. La matière en suspension totale (MST) était inférieure au cours des mois d'hiver tant pour l'influent que pour l'effluent. La réduction de la concentration n'a pas montré de cycle saisonnier et a établi une moyenne de 89%. La MST de l'influent et de l'effluent a variée entre 36 et 840 mg/litre et 1 et 118 mg/litre respectivement.

La DCO de l'influent, tout comme la turbidité, a été plus élevée pendant l'hiver qu'à l'été variant entre 85 et 1500 mg/litre. Les concentrations de l'effluent ont varié entre 0 et 279 mg/litre. On remarque une plus grande réduction de la DCO en hiver. En plus, l'efficacité du terrain relatif à la réduction de la DCO a augmenté de 70% en 1979 à 94% en 1982.

La DBO a été réduite de 92% en 1981 et 1982. Les concentrations de l'influent ont été supérieures en été, toutefois, les données sont limitées. La DBO moyenne de l'influent et de l'effluent était de 500 mg/litre (179 à 1060 mg/litre) et de 36 mg/litre (12 à 65 mg/litre) respectivement. L'excellente réduction de la DBO peut être due en partie à la présence de champignons. Cooke (1973)[24] à démontré que le Trichoderma virida était capable de réduire la DBO de 1600 mg/litre à 25 mg/litre en 24 heures. Les

espèces de Gliocladium et d'Aspergillus ont également donné de bons résultats. Ces genres de champignons ont été identifiés dans le terrain filtrant de tourbe de sphaigne.

On a assisté à une élimination presque complète d'azote organique et d'azote ammoniacal pendant l'hiver lorsque les concentrations d'influent étaient supérieures. Les concentrations de l'influent ont varié entre 2 et 41 mg/litre d'azote organique et de 2 à 111 mg/litre d'azote ammoniacal. Les concentrations de l'effluent ont varié de 0 à 7 mg/litre et de 0 à 17 mg/litre d'azote organique et d'azote ammoniacal respectivement. La réduction en azote ammoniacal a augmenté de 85% en 1979 à 99% en 1981 et a diminué à 95% pendant les premiers six mois de 1982. La réduction en azote organique a augmenté de 71% en 1979 à 91% en 1981 et a diminué à 85% en 1982.

L'effluent du terrain filtrant en tourbe de sphaigne contenait 3 à 13.3 mg/litre de OD. Les concentrations en nitrate ont varié entre 1 et 11.5 mg/litre dans l'effluent et sont demeurées inférieures à 1 mg/litre dans l'influent. La nitrification a lieu dans un terrain filtrant bien aéré. Les faibles concentrations en nitrate dans l'effluent peuvent être causées par des microenvironnements anaérobies, où les bactéries font la dénitrification, ou encore par des champignons qui peuvent utiliser l'azote organique, les composés ammoniacaux et les nitrates.

La réduction moyenne du phosphore total était de 56%. Cette réduction a diminué de 69% en 1979 à 40% en 1981. En 1982, lorsque l'on a tondu et enlevé le gazon sur le terrain, la réduction était de 54%. La légère hausse de la réduction peut être due à l'absorption par la végétation. Les concentrations de l'influent et de l'effluent ont régulièrement augmenté de 3.9 à 10.7 mg/litre et de 1.2 à 4.6 mg/litre respectivement depuis l'installation du système. Malgré cette augmentation, la concentration de phosphore dans l'influent est toujours bien au-dessous du 18 à 29 mg/litre habituellement associé aux eaux usées résidentielles par le EPA (U.S. - EPA (1980)[25]).

On recommande que les niveaux de phosphore n'excèdent pas 0.05 mg/litre si l'effluent du terrain se déverse dans un cours d'eau. Ceci peut être obtenu en ajoutant de l'aluminium, du fer ou de la pierre à chaux à la tourbe (Brown, communication personnelle).

Il n'y a pas eu de subsidence évidente du terrain depuis la construction. Selon Fuchsman (1980)[26], "Même sous des conditions aérobies, certaines tourbes résistent bien à la détérioration, surtout la tourbe de sphaigne". Des examens au microscope électronique de la tourbe du terrain après deux ans et demi en opération, n'ont démontré aucune dégradation de la structure cellulaire.

La tourbe a une capacité de tampon et de CEC beaucoup plus importante que les sols minéraux. Elle est souvent utilisée en

agriculture et en horticulture, car elle facilite l'infiltration, permet une meilleure aération du sol et augmente l'activité microbienne (Lucal et al (1971)[27]). La tourbe représente un excellent milieu pour les micro-organismes, particulièrement les champignons. On a peu écrit sur le rôle des champignons dans le traitement des eaux usées. Selon Cooke (1982, communication personnelle): "Les champignons en tant que groupe, comprenant les espèces du type filamenteux et du type levure, sont les organismes les plus importants dans le traitement des eaux usées." Un bon nombre de champignons trouvés dans les sols tourbeux ont été décrits par Domsch et Gams (1972)[23]. Certains d'entre eux ont également été identifiés dans ce terrain. Il est nécessaire d'étudier d'avantage le rôle des champignons dans le traitement des eaux usées, plus particulièrement dans les systèmes où l'on utilise la tourbe comme matière filtrante.

RESUME

L'effluent provenant du terrain a démontré une diminution de 95% de l'azote ammoniacal, de 84% de l' azote organique, de 89% de la MST, de 86% de la DCO de 92% de la DBO et de 56% des concentrations de phosphore total dans l'effluent de la fosse septique. Le terrain filtrant aérobie a presqu'entièrement enlevé les coliformes fécaux et son effluent contenait une moyenne d'environ 6.8 mg/litre d'OD.

Des études antérieures ont démontré que la tourbe est un médium

efficace pour le traitement tertiaire des eaux usées. Notre étude suggère que l'utilisation de la tourbe de sphaigne s'applique également au traitement sur le site et que l'efficacité du terrain filtrant n'est pas diminué par les intempéries. Nous concluons que l'utilisation de la tourbe pour le traitement sur le site des eaux usées est prometteuse et qu'elle mérite de plus amples recherches.

REMERCIEMENTS

La source principale de fonds pour ce projet de recherche, durant les années 1980 à 1982, provient de l'Office of Research and Development, U.S. Environmental Protection Agency (EPA), subvention numéro R-808069-01. Des fonds additionnels ont été obtenus de l'University of Maine. L'EPA n'approuve pas nécessairement les produits commerciaux utilisés dans cette étude et les conclusions représentent les points de vue des auteurs et ne représentent pas nécessairement les opinions, politiques ou recommandations de l'EPA des E.-U.

REFERENCES

1. BENDER, W.H.
1971. Soils and Septic Tanks, United States Department of Agriculture Bull. 349, Washington, D.C.

2. U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY.
1978. Management of Small Waste Flows, EPA-600/2-78-173, Cincinnati, OH.

3. COUTURE, S.D.
1978. A field study of Treatment vs. Depth of Sand Fill in a Mound System, M.S. thesis, University of Maine, Orono, ME 92 pp.

4. BERNHART
1973. Treatment and Disposal of Waste Water from Homes by Soil Infiltration and Evapotranspiration. Univ. of Toronto Press, Toronto, Ontario, Canada.

5. GOLDSTEIN, S.W.
1972. A Study of Selected Economic and Environmental Aspects of Individual Home Wastewater Treatment Systems. The Mitre Corp., McLean, Va.

6. WOODARD, F.E.
1976. Alternatives for wastewater treatment in rural areas in Water Problems in the Rural Environment; Alternative Solutions for Water Supply and Wastewater Disposal, Proc. of a Conf., Lincoln, Nebr. Nov.4-5, 1976.

7. KAMPPI, A.
1971. "Studies of waste water disposal on peatland forest basin infiltration systems which were in effect in Finland in 1970", Rep. A4. Natl. Board of Water, Helsinki, Finland. Finnish-English Summary.

8. SURAKKA, S.
1971. Some observations of the possibilities to infiltrate wastewater in peatland according to results obtained at Kesalahden Town, Finland, Vestitalous 3: pp. 26-31. Finnish-English Summary.

9. SURAKKA, S., and KAMPPI, A.
1971. Infiltration of wastewater into peat soil, Suo 22: pp. 51-58. Finnish-English Summary.

10. TILTON, D.L. and KADLEC, R.H.
1979. The utilization of a freshwater wetland for nutrient removal from secondarily treated waste-water effluent, J. Environ. Qual. 8: pp. 328-334.

11. NICHOLS, D.S. and BOELTER, D.H.
1982. Treatment of secondary sewage effluent with a peat-sand filter bed, J. Environ. Qual., 11: pp.86-92.

12. GUNTENSPERGEN, G., KAPPEL, W. and STEARNS, F.
1981. Response of a bog to application of lagoon sewage: The Drummond Project--an operational trial, in 6th Int. Peat Cong. Proc., Duluth, MN, pp.559-562.

13. FARNHAM, R.S. and BROWN, J.L.
1972. Advanced wastewater treatment using organic and inorganic materials. Part 1. Use of peat and peat-sand filtration media, Proc. 4th Int. Peat Congr., Otaniemi, Finland, IV: pp. 271-286.

14. OSBORNE, J.M.
1975. Tertiary treatment of campground wastes using a native Minnesota peat, J. Soil Water Conserv. 30: pp. 235-236.

15. STANLICK, H.T.
1976. Treatment of secondary effluent using a peat bed, pp. 257-268, in Tilton, D.L., et al (ed.), Freshwater Wetlands and Sewage Effluent Disposal. University Michigan, Ann Arbor.

16. PARROTT, H.A. and BOELTER, D.H.
1979. The use of peat filter beds for wastewater renovation at forest recreation areas, pp. 115-121. in Sopper, W.E., and Kerr, S.N. (ed.), Proc.:Utilization of Municipal Sewage Effluent and Sludge on Forest and Disturbed Lands. The Pennsylvania State University Press, University Park.

17. PENOBSCOT COUNTY SOIL SURVEY
1959. No. 28, USDA- Soil Conservation Service, Washington, D.C.

18. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION.
1976. Standard methods for the Examination of Water and Wastewater, 14th Ed. APHA, Washington, D.C.

19. SHAW, W.
1976. Denbow heath peat analysis, in report submitted to Coastal Resources Center, Bar Harbor, Maine, 16 p., December 1976.

20. BEARD, P.J.
1940. Longevity of Eberthella Typhosus in various soils", Am. J. Public Health 30: pp. 1077-1082.

21. CUTHBERT, W.A., PANES, J.J. and HILL, E.C.
1950. Survival of Bacterium coli type 1 and Streptococcus faecalis in soil, J. Appl. Bacteriol, 18: pp. 408-414.

22. HAANEL, B.F.
1924. Facts about Peat, Mines Branch Publ. No. 614. Can. Dep. Mines, Ottawa.

23. DOMSCH, K.H. and GAMS, W.
1972. Fungi in Agricultural Soils, Halsted Press

Div., John Wiley & Sons, Inc., New York, 290 p.

24. COOKE, W.B.
1973. The usefulness of degradative fungi, Mycopathologia et Mycologia applicata, 51:2-3, pp. 199-205.

25. U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY
1980. Design Manuel, Onsite Wastewater Treatment and Disposal Systems, EPA 625/1-80-012, Cincinnati, OH, 1980, p. 56.

26. FUCHSMAN, C.H.
1980. Peat, Industrial, Chemistry and Technology, Academic Press, Harcourt Brace Javanovich, New York, 1980, pp. 20-133.

27. LUCAS, R.E.., RICKE, P.E. and FARNHAM, R.S.
1971. Peat for Soil Improvement and Soil Mixes, Coop. Ext. Serv. Michigan State Univer. Ext. Bull. No. E-516.

BIBLIOGRAPHIE

BROWN, J.L.
1976. Use of peat for wastewater filtration -principles and methods, Proc. 5th Int. Peat Congr., Warsaw, Poland, 1: pp. 349-357.

COOKE, W.B.
1963. A Laboratory Guide to Fungi in Polluted Waters, Sewage, Treatment Systems, U.S.Dept. of Health, Education, and Welfare, Publ. Health Serv. Publ. No. 999-WP-1.

COOKE, W.B.
1970. Our Mouldy Earth, F.W.P.C.A. Res. Contract Serv., 1Publ. Nr. CWR, 533 p. Cincinnati, OH.

COOKE, W.B.
1976. Fungi in sewage, in Recent Advances in Aquatic Mycology. ed. Jones, E.B. Gareth, John Wiley & Sons, New York, pp. 389-434.

FARNHAM, R.S.
1974. Use of organic soils for wastewater filtration, in Histosols: Their characteristics, use and classification, Soil Sci. Soc. of Amer. Spec. Publ. No. 6, pp. 111-118.

JAOUICH, A.
1975. Nitrate reduction in peat, PhD. dissertation, Univ. of Minnesota, St.Paul.

MAZINGO, H.N., KLEIN, P., ZEEVI, Y. and LEWIS, E.R.
1969. Scanning electron microscope studies of Sphagnum imbricatum, The Bryologist, 72: pp. 484-488.

MUELLER, J.C.
1972. Peat in pollution abatement, Peat Moss in Canada Conf., Univ. of Sherbrooke, pp. 274-289.

NICHOLS, D.S. and BROWN, J.M.
1980. Evaporation from a sphagnum moss surface, J. of Hydrology 48: (3/4) pp. 289-302.

NIIMI, T. ed
1981. Do Joker System, No. 58, Special English issue, Dojo Joka Senta Ltd., Tokyo, Japan.

STEWART, J.M. and FOLLETT, E.A.
1966. The electron microscopy of leaf surfaces preserved in peat, Can. J. Bot. 44:421.

STRUCHTEMEYER, R.A. and BLACK, R.W.
1982. Experiences with using onsite investigations to size and design septic tank drain fields, in Proc. Third Nat. Sym. on Ind. Small Comm. Sewage Treatment ASAE Publ. No. 1-82, pp. 42-50.

U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY
1978. Management of small waste flows, EPA-600/2-78 -173, Cincinnati, OH.

ANON.
1981. Waste water treatment system by soil, C. Itoh Forestry Co., Ltd. Tokyo, Japan.

TABLEAU 1: CHARACTERISTIQUES DES EAUX USEES AVANT ET APRES LE PASSAGE DANS LE TERRAIN FILTRANT ET REDUCTION EN POURCENTAGE DES CONCENTRATIONS

	1979			1980			1981			1982(6 mois)		
	Influent	Effluent	% Red	Influent	Effluent	% Red	Influent	Effluent	% Red	Influent	Effluent	% Red
Temp (oC)	--	--	--	--	--	--	15	10	--	11	6	--
pH (U.S.)	--	--	--	--	--	--	6.0-7.1	5.4-6.3	--	6.0-6.7	6.0-6.4	--
OD	0	6.5	--	0	7.4	--	0	6.8	--	0	7.4	--
DCO	446	148	70	577	55	90	861	60	92	613	40	94
DBO	--	--	--	--	--	--	645	42	92	354	30	92
Coloration (U.S.)	--	--	--	--	--	--	--	400	--	--	477	--
Turbidité	--	--	--	--	--	--	59	11	83	62	8	87
MST	--	--	--	--	--	--	220	22	87	116	14	90
P tot.	3.9	1.2	68	4.1	1.7	56	7.8	4.7	38	10.7	4.6	54
N-NH	37	6.5	85	36	0.9	99	39	0.4	99	36	2	95
N-Org	11	3	71	13	1	93	17	1	91	12	2	85
N-NO	----------Aucune donnée recueillie utilisable----------									0.1	4.5	
Coliformes totaux #/100 ml	$>2.4 \times 10^5$	230		$>2.4 \times 10^5$	230		--	--		8.3×10^8	28	
Coliformes fécaux #/100 ml	$>2.4 \times 10^5$	<1		$>2.4 \times 10^5$	<1		--	<1		7.5×10^5	<1	

1. Toutes les unités sont en mg/litres sauf indication contraire.
2. L'influent qui va au terrain est l'effluent de la fosse septique.

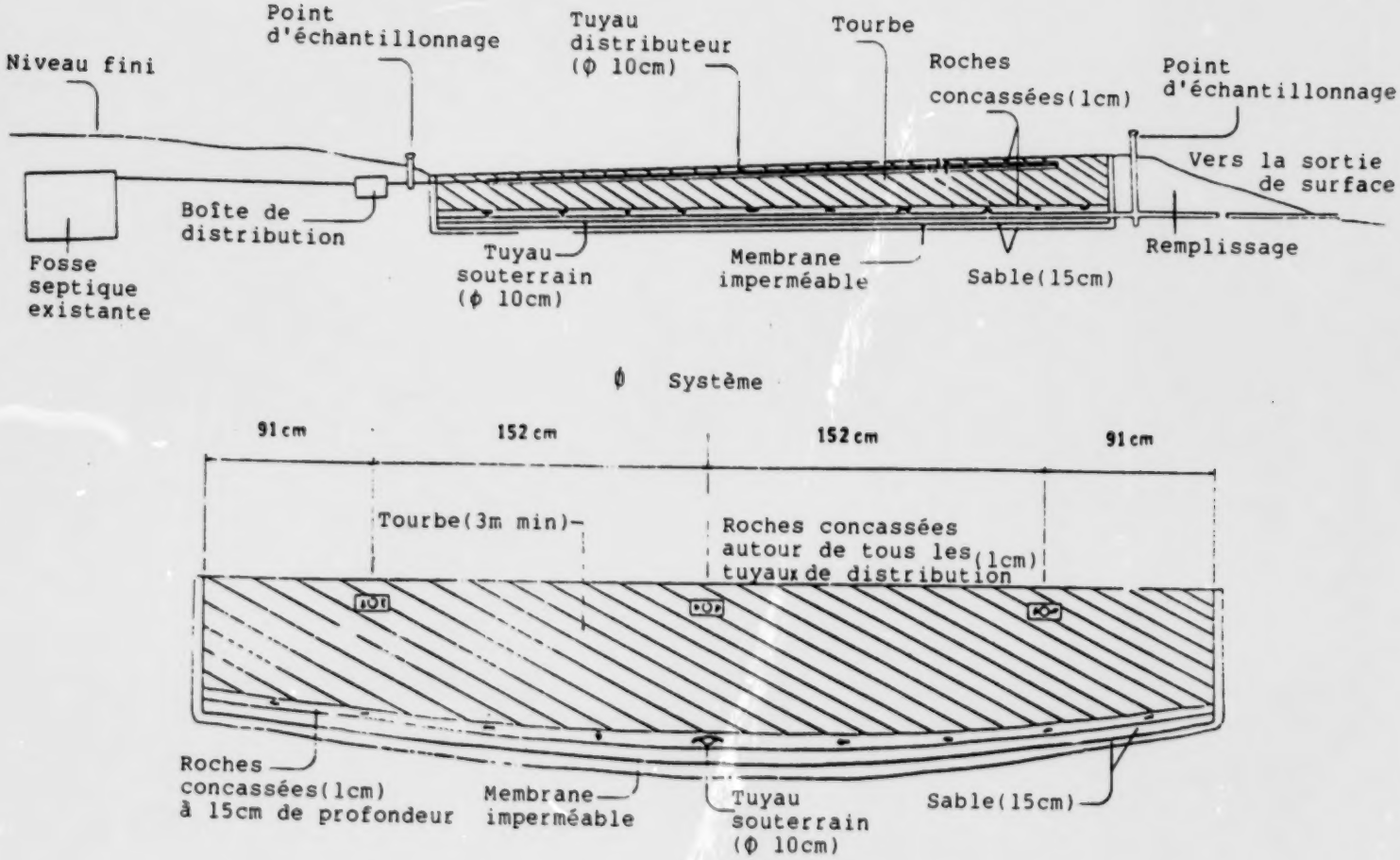


Figure 1 Terrain filtrant de tourbe

ESSAIS DE PREPARATION D'EXTRAITS AQUEUX DE TOURBE

EXPERIENCES IN PREPARING AQUEOUS PEAT EXTRACTS

H.A. Hartung
Hartung Assoc. Inc.
West collingwood, N.J.

RESUME

Certaines observations d'ordre général, tirées des travaux de recherche et de développement sur le procédé d'extraction de la tourbe, sont consignées dans cet exposé, car elles sont applicables aux études scientifiques sur la tourbe. On décrit l'évolution d'un gaz, probablement du bioxyde de carbone, à partir d'échantillons de tourbe. La quantité de gaz obtenue est estimée, et le degré de perturbation des matériaux du substrat est calculé. Les diverses conditions dans lesquelles l'évolution du gaz a été détectée sont notées. Certaines des incidences de ce phénomène sur les études scientifiques portant sur la tourbe sont soulignées. Les auteurs décrivent une méthode de classification des tourbes qu'ils ont trouvé utile lors de leurs travaux. Cette méthode, basée sur des données de pH obtenues par titrage,démontre clairement le degré d'humification et les effets neutralisants des minéraux sur les acides de la tourbe. Elle donne de nombreux détails, y compris des preuves de l'évolution du gaz.

ABSTRACT

Some general observations, stemming from research and development work on a peat extraction process, are reported here, as they are thought to be applicable to scientific peat studies. The evolution of a gas, presumed to be carbon dioxide, from peat samples is described. The amount of gas given off is estimated, and the degree to which the substrate material may be affected is calculated. Note is made of the various conditions under which gas evolution has been detected. Some of the implications of the effects of this phenomenon on scientific peat studies are pointed out. A method of classification for peats, which the author has found useful in his work, is described. This method, based on pH-titration data, clearly shows the degree of humification and the effects of minerals in neutralizing peat acids; potentially it offers much detail, including evidence of the occurance of gas evolution.

INTRODUCTION

Vers la fin de 1981, on a fait l'étude d'un échantillon de tourbe pour voir la possibilité d'en extraire une fraction soluble dans l'eau. Les résultats ont été suffisamment encourageants pour continuer le programme. Nous désirons présenter ici un résumé de certaines observations tirées de ces recherches qui peuvent intéresser les scientistes oeuvrant dans le domaine de la tourbe.

Notre objectif premier a été de trouver un procédé qui donnerait le rendement maximal du produit voulu à un coût minimal. Afin d'y parvenir, nous avons dû acquérir des connaissances pratiques et techniques sur la tourbe. Essentiellement, nous avons dû comprendre la chimie physique des différentes classes de composantes de la tourbe et nous avons dû trouver de quelles façons les propriétés résultant de notre étude pouvaient affecter la planification de notre procédé. Nous avons dû faire beaucoup de recherches vu le peu de documentation disponible sur ce sujet. Nous ne pouvons actuellement que mentionner certains points généraux de notre travail, mais nous espérons que d'ici peu nous pourrons l'expliquer d'avantage afin de combler ce manque dans la documentation.

GENERATION DES GAZ

Au début du travail, nous pensions avoir remarqué l'évolution

d'un gaz lorsque nous avons mélangé à l'eau le matériau séché à l'air (environ 20% d'humidité). Plusieurs tests furent donc effectués sur tous les échantillons du produit séché au laboratoire et dans le champs en utilisant des pots Mason d'une pinte, à demi pleins, hermétiquement fermés par une membrane de plastique flexible. Nous avons utilisé environ 20 grammes de tourbe dans environ 400 grammes d'eau du robinet. Dans chaque cas, une pression substantielle s'est développée dans les pots en quelques minutes seulement. Le gaz était inodore et incolore,et lorsqu'on répéta un des tests avec une petite quantité d'hydroxyde de sodium dans l'eau, aucune pression ne fut générée.Il fut donc conclu que ce gaz était probablement du bioxyde de carbone.

La présence d'aucun gaz ne fut décelée à partir des tourbes naturellement très mouillées, quoique trois de celles-ci, qui avaient été soumises à un certain séchage sur le terrain, dégagèrent un gaz lorsque mélangées à l'eau. Par contre, une grande quantité de gaz fut observée de la tourbe séchée à l'air. Pour aucun de ces tests, la tourbe n'avait été broyée au préalable. Par la suite, un échantillon sec broyé ainsi qu'un deuxième, séché au four, ne dégagèrent ni l'un ni l'autre aucun gaz lors du mélange. Il est probable que le dégagement de gaz , lorsque présent, se produit lors du broyage, de sorte que ce phénomène peut très bien passer inaperçu. Comme notre méthode de détection était assez rudimentaire, il est possible de manquer de faibles émissions de gaz. Toutefois, lorsqu'un gaz était décelé

dans les pots scellés, il était également possible de voir la formation de bulles dans les pots ouverts; il est donc relativement facile de faire cette observation. Nous n'avons pas mesuré la quantité de gaz, mais en se basant sur la pression développée avec la tourbe séchée à l'air et sur le volume connu de l'espace d'air, on peut l'estimer à environ 8 cc/gramme de tourbe. Ceci réduit d'environ 1% le carbone total, ce que nous pensions insignifiant au début; toutefois, après réflexion, il semblerait qu'une plus grande fraction des molécules pourrait être affectée. Nous avons donc poussé nos recherches plus loin.

Afin d'estimer la quantité de gaz, nous avions placé un poids également distribué sur la membrane flexible afin de la ramener à sa position neutre. Ceci nous a permis de calculer la pression dans le pot. Selon les lois des gaz, nous avons ensuite calculé la quantité de gaz requise pour produire cette pression dans le volume au-dessus du mélange dans le pot, négligeant l'effet de la pression sur la solubilité. En assumant qu'il s'agisse du bioxyde de carbone, nous avons converti ce volume en moles, puis en grammes de carbone,ce qui fut ensuite exprimé en un pourcentage du carbone total dans l'échantillon. Ce calcul nous donna le chiffre approximatif de 1%. Toutefois,il est probable que seule la fraction humique de la tourbe soit responsable de ce phénomène,de sorte que le pourcentage serait plus élevé s'il était appliqué à une plus petite échelle. Si, par exemple, l'unité fonctionnelle moyenne du matériau humique comprend 25 à 40 atomes de carbone et que le contenu en substance humique de

l'échantillon est de 60%, le nombre d'unités de substance humique qui pourraient être affectés serait de 40 à 60% du total. Ce calcul simple suppose que l'unité d'acide humique est du même ordre de grandeur que celui de l'acide fulvique. On rapporte un poids moléculaire variant entre 600 et 900, avec un contenu en carbone de 50 à 53% (Weber et Wilson (1975)[1] ; Wilson et Weber (1978)[2] ; Saar et Weber (1980)[3]) (Gamble et al (1980)[4] et Gamble (1972)[5]).

Quoique nous n'ayons pas observé de dégagement rapide de gaz à partir de tourbes naturellement mouillées,nous avons pu remarquer le développement d'une faible pression lorsque le matériau fut maintenu au contact de l'eau pendant plusieurs jours dans un pot à demi plein. Ceci semble indiquer que même mouillée, la tourbe possède des capacités d'oxydation, ce qui n'est pas étonnant car les acides humiques et fulviques sont de bons agents réducteurs, plus particulièrement l'acide fulvique (Szilaggi (1971)[7] ; Szilaggi (1973)[8] ; Wilson et Weber (1979)[9]; Skogerboe et Wilson (1981)[10]).

Lors de notre détermination de solides, d'autres observations se sont ajoutées. Lors de ces tests, nous avons placé un échantillon pesé de matériau dans un pot de poids connu sur une plaque chauffante reglée à une température de 240-250 ^{o}F (115-121 ^{o}C). Nous l'avons pesé périodiquement jusqu'à l'obtention d'un poids constant. Vu la nature de notre travail, nous avons utilisé d'assez gros échantillons,c'est-à-dire environ 30 grammes

de tourbe mouillée. Ces échantillons sèchent en 6 à 8 heures selon des conditions douces, le matériau étant exposé à l'air. Par hasard, nous avons observé à plusieurs reprises une augmentation de poids suite à une exposition continue,une fois le poids minimal atteint. Nous n'avons pas étudié systématiquement cet effet; nous en avons observé que huit ou dix de ces cas. De ce peu de données, il semblerait que l'augmentation soit plus considérable pour les tourbes à contenu élevé en substance humique, l'augmentation la plus élevée étant d'environ 13% du poids du matériau sec (poids minimal). Il est intéressant de noter que ceci se produit dans une condition très sèche. Il est possible que l'oxygène soit exclue auparavant par la vapeur d'eau qui s'échappe et, qu'il ne puisse pénétrer dans le solide qu'une fois le matériau séché.

Un échantillon qui a démontré une augmentation de poids a été utilisé pour calculer l'évolution de gaz au moyen du test mentionné auparavant. Dans ce cas, il y a eu dégagement d'un gaz, ce qui indique une relation avec les autres observations. Ces simples expériences démontrent que la tourbe peut s'oxyder à l'air, même sous des conditions moins sévères que l'on aurait pu croire. Ce résultat est compatible avec le caractère réducteur de la fraction humique.

Il est suggéré que ce comportement peut expliquer en partie certaines anomalies retrouvées dans la documentation. La preuve présentée ici ainsi que d'autres informations que nous ne pouvons

encore mentionner, nous ont convaincus qu'aucun travail fondamental ne devrait être basé sur des échantillons de matériau humique, incluant l'acide fulvique, tant que les effets de la préparation des échantillons et de leur maniement en laboratoire ne soient évalués. Tel que rapporté par Underdown et al (1981)[6], cette notion peut s'appliquer entre autre à la détermination des poids moléculaires des fractions d'acide fulvique par diffusion lumineuse. Ils ont trouvé une petite fraction avec un poids moléculaire apparent excédant huit millions et la plus grosse fraction ayant une valeur moyenne de 5850. Evidemment, ces recherches impliquent un degré élevé d'agrégation de petites unités. L'unique objectif de ces expériences ingénieuses et soigneusement faites étant d'établir le comportement de matériaux similaires à leur état naturel, il est apparent que tout facteur affectant la tendance d'agrégation dû, par exemple au lien hydrogène, peut influencer le résultat général et l'interprétation de ce qui se produit dans la nature. Les précautions appropriées ont pu être prises dans ce cas. Nous ne l'avons cité que comme exemple de travaux qui s'effectuent dans ce domaine.

Un autre exemple devrait être noté. Dans le livre de Fuchsman sur la technologie de la tourbe (Fuchsman (1980)[11], il est impressionnant de constater le nombre important de travaux dans lesquels on analyse la tourbe pour trouver un très petit pourcentage d'un composé complexe spécifique. Si nous nous fions à nos résultats obtenus, plusieurs matériaux peuvent être

détruits ou produits lors de la préparation des échantillons. En résumé, nous pensons qu'il n'est pas sage de tirer des conclusions des études faites en laboratoire sauf s'il est démontré que la préparation et le maniement des échantillons n'affectent pas les résultats.

CLASSIFICATION

Les termes "fibrique, hémique et saprique" ne sont pas particulièrement pertinents dans ce contexte; nous préférons classifier les matériaux selon les tests de titrage acide-base. Bien entendu, ces tests doivent toujours être faits de la même façon, ainsi, nous pouvons supposer qu'ils indiquent le contenu de substance humique dans l'échantillon et le degré d'humification. De plus, nous pensons que cette fraction de tourbe est responsable des effets observés et mentionnés ici. Le Tableau 1 présente des résultats typiques de ce titrage.

Dans notre procédé, nous croyons qu'il soit nécessaire d'acidifier l'échantillon jusqu'à pH 2 avant le titrage. Ceci libère tout matériau humique lié, et tel que montré au Tableau 1, on obtient souvent une différente indication du degré d'humification. Ce n'est que de cette façon que la méthode classifie vraiment les tourbes que nous avons testées. D'après le Tableau 1 et nos autres données, il ne semble pas y avoir un rapport constant entre ces résultats et les autres moyens de classification, quoique la plupart des autres désignations du

Tableau 1 sont les nôtres et ne sont, par conséquent, pas nécessairement les désignations données par d'autres. Les changements de "Tel quel" à "Acidifié" sont, dans certains cas, importants, généralement à un pH élevé, comme on pourrait s'y attendre.

Dans ce genre de test de classification, il n'est pas nécessaire d'enlever l'acide. On le laisse en place et on procède par la suite au titrage à l'intérieur de limites arbitraires (pH 4-10). Nous avons trouvé des différences entre les acides, toutefois nous avons utilisé l'acide sulfurique car il nous convenait le mieux. Quoique nos limites de titrage soient arbitraires, il serait préférable d'abaisser quelque peu la limite inférieure si on ne désire que mesurer les fontions carboxyles. D'autre part, si les hydroxyles phénoliques sont compris dans l'évaluation, il serait peut-être bon d'augmenter la limite supérieure. Nous n'avons pas étudié ces possibilités car notre pricipale préoccupation est d'étudier les tourbes en fonction de nos intérêts.

Pour faire ce test, nous avons employé de gros échantillons, environ 20 grammes de tourbe sèche, afin de minimiser les variations dans le matériaué. Nous avons titré avec une solution de NaOH normale. Les échantillons sont acidifiés et équilibrés pendant environ une demi heure avec de l'eau de dilution avant le titrage; ceci permet au gaz, s'il est présent, de se dégager. Cependant, ce laps de temps n'est pas assez long pour pouvoir

observer une oxydation à l'air (au niveau de sensibilité de notre test) à un pH peu élevé. On pourrait possiblement obtenir des résultats plus précis en utilisant une atmosphère inerte, particulièrement à un pH supérieur à 7. Il nous est impossible d'affirmer que nos tests sont libres d'effets d'oxydation à un pH élevé.

Nous vous avons mentionné ces quelques points avec l'idée de vous donner des précisions sur cette méthode possible de classification. Nous ne critiquons pas les méthodes existantes car elles ont leur fin, mais nous tenons à préciser qu'elles ne s'appliquent pas vraiment à notre type de travail.

Comme déjà mentionné, un titrage de pH effectué avec soin représente beaucoup de détails qui peuvent être très importants en certaines circonstances. Nous avons noté qu'il y a toujours une différence entre les courbes de titrage obtenues en se servant des matériaux très mouillés versus séchés à l'air. Ce facteur peut être important vu la tendance naturelle de ce dernier à dégager un gaz lors de la préparation du mélange.

La Figure 1 montre des courbes stylisées pour les différentes tourbes, qui correspondent approximativement aux termes fibrique(C) hémique(B) et saprique(A) dans cet ordre. Même si on observe des droites à la Figure 1, ces courbes ont tendance à s'aplanir à un pH élevé, au-dessus d'un pH 9. Ceci pourrait être dû à l'absorption d'oxygène par la solution alcaline de titrage.

Dans tous les cas où un échantillon dégageait un gaz lors du mélange à l'eau, nous avons trouvé un changement dans la courbe près du pH 7. Plus il y avait dégagement de gaz, plus ce changement était prononcé. La ligne pointillée de la Figure 1 en est un exemple. Nous interprétons ceci de la façon suivante:le procédé menant au dégagement de gaz détruit les groupements fonctionnels acides forts et les substituent par des groupements acides plus faibles.

Ces résultats proviennent pour une grande partie d'études préliminaires; ces tests ont été conçus afin de répondre à nos questions et non dans le but de publier un document technique. Nous mentionnons ce point car nous croyons que nos observations peuvent influencer les résultats de travaux plus poussés. Evidemment, ces résultats devraient être vérifiés, ce qui peut être fait facilement, et ainsi, les personnes oeuvrant dans le domaine de la tourbe pourront y avoir recours selon leurs besoins.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier tous ceux qui nous ont aidé d'une façon ou d'une autre dans ce projet. Nous tenons à remercier tout particulièrement les personnes suivantes: A.B. Allen, A.R. Anderson, Prof. C.H. Fuchsman, P. Guliov, R.W.D. Jewett Jr, H. Mooers et T.E. Tibbetts.

REFERENCES

1. WEBER, J.H. and WILSON, S.A.
   1975. Water Res., 9, pp. 1079-1084.

2. WILSON, S.A. and WEBER, J.H.
   1978. Anal. Lett., 10, pp. 75-84.

3. SAAR, R.A. and WEBER, J.H.
   1980. Anal. Chem., 52, pp. 2095-2100.

4. GAMBLE, D.S., UNDERDOWN, A.W. and LANGFORD, C.H.
   1980. Anal. Chem., 52, 1901.

5. GAMBLE, D.S.
   1972. Can. J. LChem., 50, 2680.

6. UNDERDOWN, A.W., LANDFORD, C.H. and GAMBLE, D.S.
   1981. Anal. Chem., 53, pp. 2139-2140.

7. SZILAGYI, M.
   1971. Soil Science, 111, pp. 233-238.

8. SZILAGYI, M.
   1973. Soil Science, 115, pp. 434-441.

9. WILSON, S.A. and WEBER, J.H.
   1979. Chem. Geology, 26, pp. 345-351.

10. SKOGERBOE, R.K. and WILSON, S.A.
    1981. Anal. Chem., 53, pp. 228-232.

11. FUCHSMAN, C.H.
    1980. Peat: Industrial Chemistry and Technology, Academic Press, N.Y..

TABLEAU 1

DONNEES DE TITRAGE ACIDE-BASE SUR QUELQUES ECHANTILLONS SELECTIONNES

Echantillon	Source	Type	von Post	Humidité %	pH	Titrage, meq/g* Tel quel	Acidifié
A	Caroline du Nord	Saprique	9	80.2	4.0	2.93	3.15
B	Caroline du Nord	Hémique	6	70.2	4.4	2.01	2.10
C	Minnesota	Fibrique	2	83.7	4.7	1.25	1.68
D	Minnesota	Fibrique	3	80.7	4.3	1.55	1.61
E	Saskatchewan	Saprique	6	75.0	4.9	1.90	2.38
F	New Jersey	Saprique	7	73.7	5.9	1.07	2.45
G	Nouvelle-Ecosse	Fibrique	4	90.6	4,3	2.29	2.27
H	Pennsylvanie (terre noire)	--	-	44.0	6.8	0.29	0.49

*Milliéquivalents de NaOH/gramme de solides.

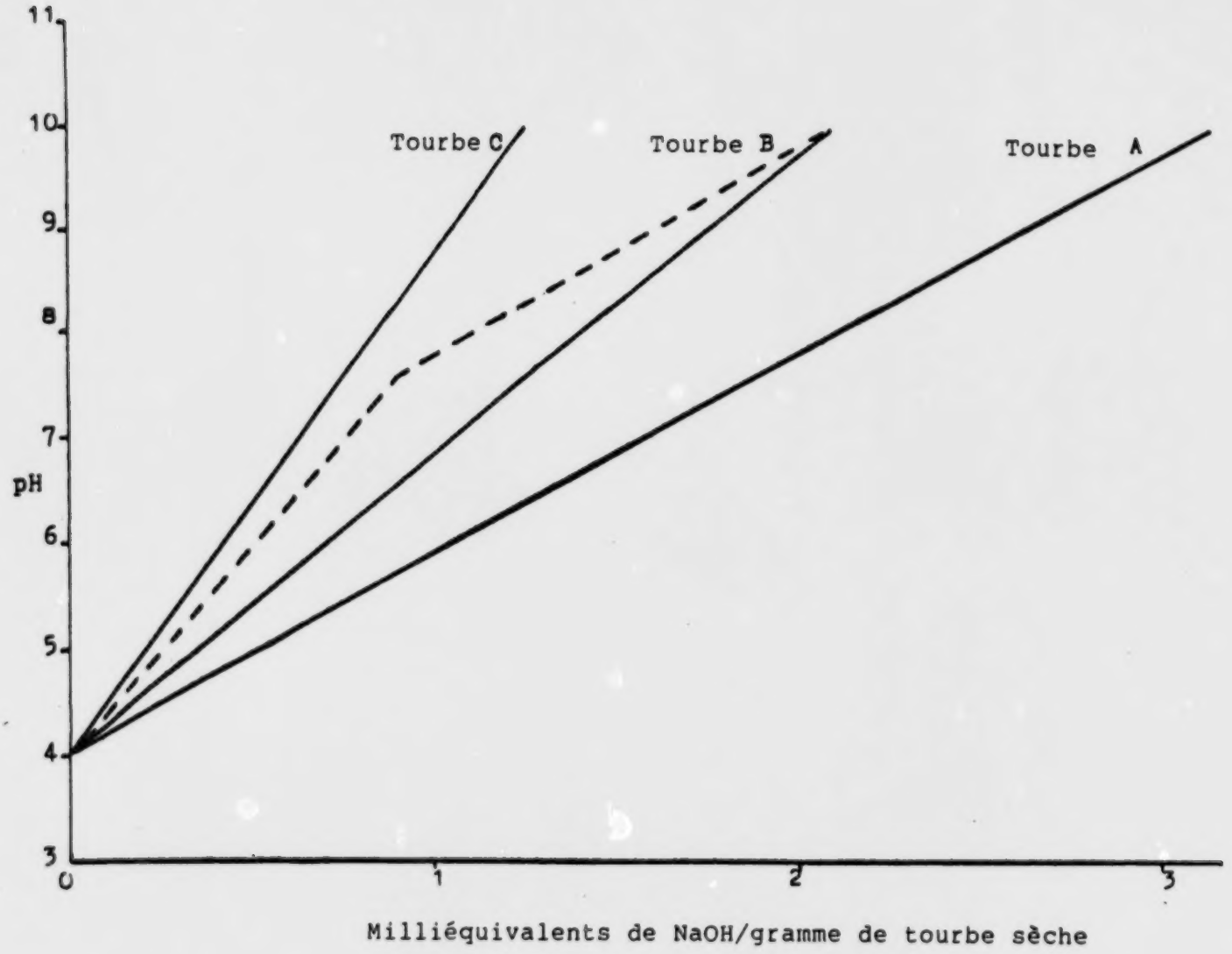


Figure 1 Courbes de titrage de quelques tourbes.
Tourbe mouillée _____, Séchée à l'air - - - - -

HYDROLYSE ACIDE DE LA TOURBE POUR LA CULTURE DE LEVURES CANDIDA

ACID HYDROLYSIS OF PEAT FOR THE CULTIVATION OF CANDIDA YEASTS

Charles H. Fuchsman
Bemidji State University
Bemidji, Minnesota

RESUME

Lors de l'hydrolyse de la tourbe débitumée pour produire un substrat propre à la croissance de Candida utilis, on peut utiliser l'acide chlorhydrique à des concentrations d'environ 1%. Au pH très acide nécessaire pour effectuer l'hydrolyse, une partie de l'acide semble être consommé par la protonation des composés d'azote présents dans la tourbe. L'hydrolyse des hémicelluloses de la tourbe se produit par dégagement de mono- et d'oligosaccharides dans une solution. Ces oligosaccharides sont par la suite hydrolysés par rétention continue en milieu acide chaud. Le traitement à l'alcali de la tourbe pour éliminer les acides humiques avant l'hydrolyse des résidus est souhaitable, en raison des pertes importantes d'hydrates de carbone au profit de la fraction acide fulvique. L'addition de phosphate à l'hydrolysat de tourbe augmente énormément le taux de croissance du Candida utilis.

ABSTRACT

In the hydrolysis of debituminized peat to produce a substrate for the growth of Candida utilis, hydrochloric acid can be used at concentrations approximating 1%. At the low pH necessary for hydrolysis, part of the acid appears to be consumed in the protonation of the nitrogen compounds present in peat. Hydrolysis of peat hemicelluloses proceeds by the release of mono- and oligosaccharides into solution. These oligosaccharides are subsequently hydrolysed by continued retention in the warm acidic medium. Alkali treatment of peat to remove humic acids prior to hydrolysis of the residue is undesirable, because of the large losses of carbohydrates to the fulvic acid fraction. Phosphate addition to the peat hydrolysate greatly increases the rate of Candida utilis.

INTRODUCTION

Même si cette présentation porte principalement sur l'hydrolyse

acide de la tourbe, il serait peut-être bon de souligner le contexte qu'englobe cette étude avant de parler de la culture de la levure Candida utilis.

L'utilisation de la tourbe comme combustible est l'application industrielle la plus importante (donnée statistique citée par LeDuy (1979)[1]) et son utilisation en tant que matériau brut pour la production d'une levure à fourrage à haute teneur en protéines vient au second rang. En Russie, on évalue la production annuelle de protéines uni-cellulaire de grande qualité à environ un million de tonnes; la plupart du produit étant dérivé de la tourbe (Carter (1981)[2] et Rakovskii (1977) [3]).

La production de levure à partir de la tourbe au moyen des procédés russes ne semble pas être économiquement intéressante pour le Canada et les Etats-Unis, pays riches en tourbe. Ces derniers sont de grands exportateurs de grain, qui représente une source protéique importante pour les animaux. La Russie, n'étant pas riche en grain, doit avoir recours à des sources protéiques supplémentaires qu'elle obtient de ses matériaux bruts.

Si on étudie plus en détail la situation économique de l'Amérique du Nord, on se rend compte que le climat et le sol ne favorisent pas la culture du grain et du foin dans toutes les régions. Dans les régions pauvres, peu populeuses, et peu développées au point de vue agricole et particulièrement où les hivers sont longs et rudes, l'élevage du bétail est souvent limité par l'impossibilité

de faire pousser des récoltes et par le coût du transport sur de grandes distances du grain et du foin. Plusieurs de ces régions économiquement défavorisées possèdent de grandes superficies de tourbières. L'utilisation de la tourbe pour la production à petite échelle de protéine, afin d'aider à l'élevage local du bétail, semble être intéressante. La production de levure peut se faire vingt-quatre heures par jour, même au cours de l'hiver, dans les régions où le sol et la température ne favorisent pas l'agriculture.

Les procédés russes ne s'appliquent pas directement à ces situations. Dans ce pays, l'hydrolyse de la tourbe ressemble techniquement à la saccharification du bois: on utilise de l'équipement à température et pression élevées (Rakovskii(1977)[3]). Les réactions chimiques se produisent dans des conditions rigoureuses à l'intérieur d'une suspension épaisse. Ces procédés requièrent un équipement dispendieux dont l'alliage résiste à la corrosion, en plus d'une consommation d'énergie calorifique et électrique très élevée . Ce sont les conditions essentielles pour minimiser les coûts d'une production à grande échelle.

L'analyse chimique de la tourbe suggère une autre méthode qui s'adapte à des opérations à petite échelle ; elle ne requiert qu'un équipement simple, des conditions douces, une faible consommation d'énergie, en plus de mettre l'accent sur le travail manuel. Cette solution convient bien aux projets planifiés dans

de faire pousser des récoltes et par le coût du transport sur de grandes distances du grain et du foin. Plusieurs de ces régions économiquement défavorisées possèdent de grandes superficies de tourbières. L'utilisation de la tourbe pour la production à petite échelle de protéine, afin d'aider à l'élevage local du bétail, semble être intéressante. La production de levure peut se faire vingt-quatre heures par jour, même au cours de l'hiver, dans les régions où le sol et la température ne favorisent pas l'agriculture.

Les procédés russes ne s'appliquent pas directement à ces situations. Dans ce pays, l'hydrolyse de la tourbe ressemble techniquement à la saccharification du bois: on utilise de l'équipement à température et pression élevées (Rakovskii(1977)[3]. Les réactions chimiques se produisent dans des conditions rigoureuses à l'intérieur d'une suspension épaisse. Ces procédés requièrent un équipement dispendieux dont l'alliage résiste à la corrosion, en plus d'une consommation d'énergie calorifique et électrique très élevées. Ce sont les conditions essentielles pour minimiser les coûts d'une production à grande échelle.

L'analyse chimique de la tourbe suggère une autre méthode qui s'adapte à des opérations à petite échelle ; elle ne requiert qu'un équipement simple, des conditions douces, une faible consommation d'énergie, en plus de mettre l'accent sur le travail manuel. Cette solution convient bien aux projets planifiés dans

les régions économiquement défavorisées, et où le chômage est élevé.

L'aspect de l'analyse de la tourbe qui favorise notre solution est le contenu en hémicellulose, de la tourbe qui est presque toujours plus élevé que le contenu en cellulose, même dans la tourbe de sphaigne provenant de tourbières ombrotrophes. Dans les tourbes à faible teneur en cellulose, provenant de fens, on peut souvent trouver que l'hémicellulose constitue de 10 à 20% de la matière organique sèche (Lishtvan et Korol (1975)[4]). L'hémicellulose peut être hydrolysée dans des conditions douces alors que l'hydrolyse de la cellulose requiert des conditions sévères.

D'après les expériences russes décrites par Rakovskii (1977)[3] , on estime qu'il est possible d'atteindre un rendement maximal de 0.25 kg de protéine par kg de substance réductrice utilisée dans la culture de levures. Même si les coûts de la main-d'oeuvre et de l'énergie utilisées pour l'hydrolyse et la culture de levures sont insignifiants, la tourbe évaluée à $20/tonne (poids sec) comprenant 20% d'hémicellulose, rapporterait un prix minimal de $400/tonne de protéines produites et ce, en supposant qu'aucune autre valeur ne soit reliée à l'autre 80% de la tourbe. Même si ce prix de la protéine est élevée comparativement aux prix actuels du fourrage, ce produit a quand même sa place sur le marché vu sa très bonne qualité et sa haute teneur en vitamine B. Toutefois, on reconnait que les bitumes riches en cire

représentent jusqu'à 10% du poids de la tourbe sèche et que les acides humiques constituent jusqu'à 50% du poids de la tourbe. On peut les transformer en produits pouvant être commercialisés ou s'en servir comme source d'énergie pour la croissance des plantes; mais, cette présentation ne porte pas sur la technologie des cires et des humates de la tourbe. En Union Soviétique, on a obtenu de bons résultats relativement à la production de cires à petite échelle pour fins industrielles (800 tonnes/année) (Sokolov (1980) [7]). La Chine et l'Union Soviétique ont également obtenu de bons résultats de l'utilisation à grande échelle des humates de sodium dans l'industrie du béton, de la céramique et du forage ainsi que dans d'autres domaines (Bel'kevich (1977)[5] et Wu Qi-Hu (1979)[6]).

Si ces procédés peuvent être intégrés à la production de levure, il n'est pas inpensable d'envisager un coût du matériau brut d'environ $80/tonne de protéines produites. (Le prix de l'hémicellulose de la tourbe brute serait fixé arbitrairement au coût moyen de la tourbe sèche, soit $20/tonne.

C'est avec ces hypothèses et suppositions en tête que nous avons envisagé l'hydrolyse de la tourbe comme substrat pour la culture de la levure Candida utilis. Même si nous avons utilisé cet organisme dans la plupart de nos études, à la lumière de nos expériences et de celles de d'autres chercheurs, nous croyons que le Candida tropicalis conviendrait mieux à la production de protéines.

La production de Candida utilis dépent premièrement de l'hydrolyse de l'hémicellulose, mais l'aspect économique global du procédé dépend également de la possibilité d'obtenir d'autres produits de la tourbe, particulièrement les cires et les humates. Il était donc préférable de déterminer la séquence dans laquelle on doit séparer les composantes de la tourbe.

Avec les analyses conventionnelles, l'extraction des bitumes est la première étape suivant le séchage et le broyage. Nous avons également trouvé cette extraction souhaitable comme première étape du traitement industriel. L'enlèvement des bitumes aide l'hydrolyse subséquente des hémicelluloses en enlevant les films protecteurs des matériaux hydrophobes.

La préférence d'hydrolyser les hémicelluloses avant plutôt qu'après l'extraction des acides humiques a été confirmée par l'étude des substances réductrices pendant cette extraction au moyen d'hydroxyde de sodium aqueux. La tourbe débitumée a été traitée à 40°C avec une solution d'hydroxyde de sodium dilué et le matériau insoluble a été filtré. Le filtrat a ensuite été traité avec de l'acide chlorhydrique d'un pH 1, précipitant ainsi les acides humiques et laissant un filtrat contenant une solution d'acide fulvique. Chacune des trois fractions obtenues a été analysée pour déterminer les quantités de substances réductrices en les portant à ébullition dans une solution de 6% d'acide chlorhydrique pendant deux heures, en filtrant lorsque nécessaire et en neutralisant et analysant selon le procédé Folin-Wu.

Si la quantité de substance réductrice obtenue de la tourbe débitumée avant le traitement à l'hydroxyde de sodium équivaut à 100%, les substances réductrices obtenues des fractions humiques sont:

1) Fraction insoluble dans l'hydroxyde de sodium	42%
2) Acide humiques	7%
3) Acides fulviques	36%
4) Autres	15%

Le traitement de la tourbe à l'hydroxyde de sodium, avant l'hydrolyse des hémicelluloses qu'elle contient, occasionne évidement une perte sustantielle de substances réductrices, principalement la fraction acide fulvique.

Notre étude sur l'hydrolyse a donc accentué l'importance de l'utilisation de la tourbe débitumée avant le traitement à l'alcali. Un des objectifs de notre recherche était de déterminer la quantité minimale d'acide minérale à être utilisée. Une faible consommation d'acide est souhaitable, non seulement pour minimiser le coût des réactifs, mais également pour réduire la concentration des sels dans le médium de culture. Les sels formés par la neutralisation d'un acide tendent à retarder le développement des levures.

Dans cette étude, nous avons couramment utilisé l'acide chlorhydrique en tant qu'agent d'hydrolyse. Cet acide est utilisé dans les procédés d'analyse russes pour les substances

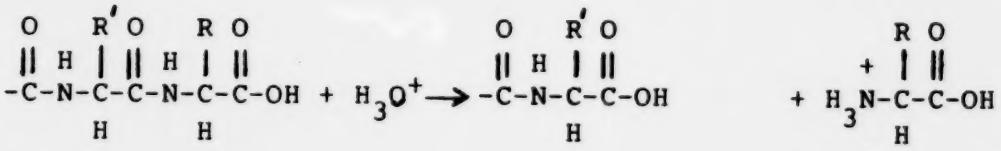
hydrosolubles et facilement hydrolysables (Lishtvan et Korol (1975)[4]), quoique l'acide sulfurique est utilisé dans les procédés d'hydrolyse industrielle (Rakovskii (1977)[3]).

Nous avons utilisé l'acide chlorhydrique pour l'hydrolyse de polypeptides présents dans la tourbe. Ces derniers libèrent les acides aminés nécessaire à la production des levures. Même si à poids égal l'acide chlorhydrique est plus dispendieux que l'acide sulfurique, il faut tenir compte de leur équivalence chimique avant de justifier leur utilisation. Aux valeurs de pH auxquelles on fait l'hydrolyse, l'acide sulfurique agit comme un acide monoprotonique. Il est nécessaire d'utiliser 98 parties de H_2SO_4 pour obtenir l'acidité correspondant à 36.5 parties d'HCl. Toutefois, lorsqu'on neutralise l'acide à un pH propice à la culture des levures, les mêmes 98 parties de H_2SO_4 requièrent 80 parties de NaOH, alors que 36.5 parties de HCl ne requièrent que 40 parties de NaOH.

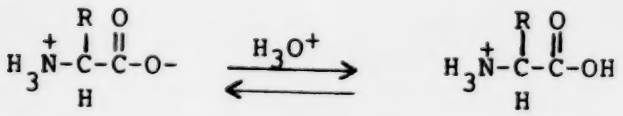
Nous avons également essayé d'utiliser l'acide phosphorique pour l'hydrolyse de la tourbe. Malgré qu'il soit un acide moins efficace que l'acide chlorhydrique ou sulfurique, il contribue un nutriment extrêment important, le phosphate. Cependant, nous n'avons pas encore déterminé les quantités optimales de phosphate requises.

Les polypeptides et les hydrates de carbones sont affectés par l'hydrolyse de la tourbe. Les polypeptides, qui s'hydrolysent

pour former des acides aminés contiennent environ la moitié de l'azote dans la tourbe. L'hydrolyse des polypeptides a lieu dans les mêmes conditions acides que l'hydrolyse des hémicelluloses. Toutefois, dans l'hydrolyse des polypeptides, l'acide n'agit pas uniquement comme catalysateur. Une partie de l'acide est consommée ainsi:



A des valeurs de pH inférieurs à 2, les acides aminés exitent d'une manière prédominante sous leur forme protonique ou cationique.



Zwitterion Cation

On n'observe généralement pas cet effet lorsqu'on utilise de grandes quantités d'acide minéral. Toutefois, lorsque 250 ml de HCl 1% (pH environ 0.5 - 0.6) ont été mélangés et légèrement

chauffés pendant quinze minutes avec 20 g de tourbe débitumée, le pH a rapidement augmenté à une valeur de 1.0. Cette augmentation du pH est légèrement supérieure à celle résultant de la protonation de tous les azotes présents dans l'échantillon de tourbe. Lorsque nous avons utilisé 0.5% de HCl (pH 0.8 - 0.9) nous avons remarqué que le pH de la suspension de tourbe a augmenté à 1.3 après et est demeuré constant après une période de 45 minutes. A un pH supérieur à 1.0, le taux d'hydrolyse des polypeptides est si lent que l'on peut détecter à l'échelle pH la présence d'une réaction de neutralisation.

Ces observations appuient plusieurs généralisations empiriques dérivées de travaux antérieurs: (1) le taux d'hydrolyse de la tourbe catalysée par un acide est suffisamment rapide pour devenir intéressant commercialement à un pH inférieur à 1.0; (2) à un pH inférieur à 1.0, un équivalent d'azote de la tourbe consummera environ un équivalent d'acide. Donc, l'efficacité de la réaction est basée sur l'excès d'acide nécessaire à la protonation des azotes.

Pour la tourbe débitumée dont la grosseur des particules est inférieure à 0.5 mm, il n'était pas pratique de mélanger des suspensions dans lesquelles le rapport liquide:solide est moins de 10:1 (p/p). Pour la tourbe dont le contenu en azote est de 2%, la concentration initiale calculée de HCl requise dans la phase liquide pour obtenir un pH 1.0 est donc de 0.9%. Nous avons en fait observé une concentration initiale optimale

d'environ 1.0 à 1.2% de HCl en travaillant avec un rapport liquide: solide de l'ordre de 10-15: 1(p/p).

Deux aspects de la réaction d'hydrolyse nous donnent un aperçu de sa nature. Des fragments d'hydrates de carbone sont détachés des particules insolubles de la tourbe pour se dissoudre dans le milieu réactionnel. La concentration des substances réductrices dans la solution augmente simultanément. Si la réaction d'hydrolyse procédait uniquement par l'enlèvement des unités monosaccharides de la tourbe, l'augmentation de la quantité de substance réductrice serait donc un bon moyen d'évaluer le taux de dissolution des hydrates de carbone de la tourbe. Si, pendant l'hydrolyse acide, des fragments de disaccharides ou de polysaccharides se détachaient en même temps que les unités monosaccharides, la formation des substances réductrices dans la solution serait plus complexe.

Le prodédé a été étudié avec un échantillon de tourbe débitumée, hydrolysé par trois procédés différents, à trois différentes concentrations d'acide chlorhydrique: un total de neuf conditions de réaction. Dans le procédé I, la tourbe a été chauffée en milieu acide pendant 3 heures et ensuite filtrée. Le procédé II était identique au procédé I sauf que le filtrat a été chauffé pendant 11 heures additionnelles. Dans le procédé III, la suspension de tourbe débitumée a été chauffée en milieu acide pendant 14 heures avant d'être filtrée. Les résultats sont présentés au Tableau 2.

Lors des expériences avec 1.2 ou 1.8% de HCl, il est apparu qu'après trois heures de chauffage, presque tous les hydrates de carbone hydrolysables de la suspension de tourbe sont transformés sous leur forme monosaccharide. A 0.6% de HCl, la réaction est plus lente et il est possible de distinguer le procédé de dissolution et le procédé d'inversion par lequel les hydrates de carbone dissouts sont convertis en monosaccharides. Après les trois premières heures de chauffage avec 0.6% de HCl, 9.5/13.7 ou environ 70% du rendement potentiel de dissolution des hydrates de carbone est atteint, mais le nombre de groupements réducteurs n'est que de 6.4/9.5 ou 67% du rendement prévu s'ils étaient tous à l'état de monosaccharide. Après trois heures de chauffage, la molécule d'hydrate de carbone dans la solution possède une chaine d'environ 1.5 unités monosaccharides.

L'expérience démontre également qu'avec une faible concentration d'acide, il est nécessaire de prolonger la période de chauffage afin de compléter l'hydrolyse.

Le chauffage prolongé des solutions de sucres en présence d'acides aminés n'est généralement pas souhaitable puisqu'il contribue à la dégradation des sucres. A partir des travaux de Mulder en 1840 jusqu'à ceux de Garcusson, dans les années 1920, il était recommandé de chauffer les sucres dans une solution d'acide minéral dans le but de synthétiser les acides humiques. L'obtention de plus de substances réductrices en 14 heures avec 0.6% de HCl qu'avec 1.8% de HCl peut expliquer le fait qu'à

une concentration d'acide plus élevée, la dégradation des sucres avait déjà lieu. Toutefois, avec 1.2% de HCl, il y eu seulement une faible diminution du rendement maximal de substances réductrices alors que le procédé d'hydrolyse était relativement rapide.

On a étudié le rapport entre le contenu en sucre de la tourbe hydrolysée et son potentiel de favoriser le développement de Candida utilis en neutralisant l'hydrolysat et en l'inoculant avec la levure. Dans une série d'expériences, le nombre de cellules de Candida dans le médium de culture après 72 heures, à 26° C, était de 2×10^6 /ml alors que la concentration des substances réductrices était initialement de 0.3%. Cette concentration augmentait à 12×10^6/ml lorsque la concentration des substances réductrices était initialement de 0.5%.

Toutefois, la concentration des substances réductrices dans nos hydrolysats de tourbe n'était pas le seul facteur affectant d'une façon significative la multiplication des cellules de levures. Lors de tests sur un autre échantillon de tourbe provenant du même dépôt, nous avons trouvé qu'une solution contenant une concentration de substances réductrices de 0.7% générait en moyenne environ 6.3×10^6 cellules/ml, alors qu'une solution avec une concentration de substance réductrice de 0,25% générait, dans la même période de temps, en moyenne 12.3×10^6 cellules/ml. La différence majeure dans la préparation de ces deux solutions est que dans la solution moins productive on a utilisé 2% de HCl dans

l'étape d'hydrolyse de 12h et 2% de H_3PO_4 dans la solution la plus productive. Les auteurs russes reconnaissent la nécessité du phosphate (Rakovskii (1973)[3]), qu'ils ont estimé à 1.5-3.5% (poids sec) dans les levures Candida. Puisque les tourbes sont généralement pauvres en phosphore, il se peut qu'il soit nécessaire d'en ajouter en vue d'une culture de levure économiquement rentable.

En présence d'une quantité suffisante de phosphate, nous nous approchons des efficacités d'utilisation du carbone comparables à celles obtenues en laboratoire, dans des conditions idéales de culture. Les seuls ions métalliques introduits jusqu'à présent, sous forme d'hydroxydes servant à augmenter le pH de l'hydrolysat à environ 6, sont le sodium et le potassium. Il est possible que l'addition de d'autres petites quantités de cations pourrait également améliorer le développement des levures. Nous n'avons pas encore essayé d'évaluer les quantités d'acides humiques dans le résidu d'hydrolyse pour des applications industrielles possibles; en plus, nous ne sommes pas encore en mesure d'établir un diagramme illustrant l'équilibre énergétique et la proportion des réactifs et des produits de cette réaction. L'établissement d'un tel diagramme fait partie des objectifs importants de notre programme de recherche.

Des études biologiques et biochimiques sont présentement en cours afin de déterminer le mécanisme d'utilisation de l'azote dans l'action des levures et afin de développer un genre de Candida

utilis et de Candida tropicalis qui se multiplieraient bien dans des milieux plus acides en présence de concentrations plus élevées de sel. Toutefois, aucun obstacle semble s'interposer au développement d'un procédé simple et économiquement rentable permettant la production d'une source protéique à partir de tourbe pour l'alimentation du bétail.

RESUME

Notre approche peut se résumer ainsi:

1) Il est possible d'hydrolyser une partie substantielle de la matière organique de la tourbe débitumée à des températures inférieures au point d'ébullition, en utilisant 1% d'acide chlorhydrique comme agent hydrolysant.

2) Il est nécessaire d'utiliser un excès d'acide afin d'avoir un surplus, ce qui est nécessaire à la protonation de l'azote dans la tourbe.

3) On doit ajouter du phosphate à l'hydrolysat de la tourbe afin d'augmenter le développement des levures Candida.

4) La production de levure à partir de la tourbe au moyen des méthodes peu complexes ci-mentionnées n'est probablement pas économiquement attirante si la fraction bitumineuse de la tourbe (comprenant les cires) et la fraction acide humique de la tourbe sont extraites séparément pour être transformées en produits commerciaux.

5. Le procédé s'applique aux tourbes provenant de tourbières ombrotrophes et des fens, desquelles au moins 20% de la matière organique peut être dissout par le traitement aux acides dilués.

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier Messieurs J. Chambers, R. Gilbertson et C. Simmons pour les études d'hydrolyse ainsi que Messieurs C. Simmons et Dr. F.-H. Chang pour les études microbiologiques faites au Bemidji State University's Peat Research Institute.

REFERENCES

1. LEDUY, A.
1979. SCP from peat hydrolysates - Process Biochemistry, 14, 3: pp. 5-7.

2. CARTER, G.B.
1981. Is biotechnology feeding the russians? - New Scientist, pp. 216-218, April 23.

3. RAKOVSKII, V.E. (ed.)
1977. Production of Feed Yeast from Peat (in Russian) Minsk.

4. LISHTVAN, I.I. and KOROL, N.T.
1975. Fundamental Properties of Peats and Methods for their Determination (in Russian) Minsk.

5. BEL'KEVICH, P.I. (ed.)
1977. Peat Wax and Associated Products (in Russian) Minsk.

6. WU QI-HU
1979. "A Brief Description about Humic Fertilizer from Peat and Coal in China"; unpublished report of

the Institute of Coal Chemistry, Chinese Academy of Sciences, Taiyuan (Shansi Province) undated, about 1979. This report includes details of industrial as well as agricultural applications of peat humates.

7. SOKOLOV, B.N.
1980. Unpublished remarks during discussion at the 6th International Peat Congress, Duluth, Minnesota.

8. MULDER, G.J.
1840. Studies on humic substances (in German), Journal fuer praktische Chemie 21: pp.203-240.

9. MARCUSSON, J.
1921. Synthesis of humus and humic acids (in German) Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft 54: pp. 542-545.

TABLEAU 1. SUBSTANCES REDUCTRICES (% POIDS SEC) PRODUITES PAR DIFFERENTES CONDITIONS D'HYDROLYSE

	Concentration de HCl(%)		
Procédé	0.6	1.2	1.8
I	6.4 ± 0.5	11.4 ± 0.5	11.3 ± 0.2
II	9.5	11.7 ± 0.3	12.4 ± 0.4
III	13.7	12.9 ± 0.7	12.1 ± 0.1

Procédé I: Suspension de tourbe chauffée pendant 3 h.

II: Suspension de tourbe chauffée pendant 3 h; filtrée; filtrat chauffé 11 h additionnelles.

III: Suspension de tourbe chauffée pendant 14 h.

SESSION 8

AUTRES USAGES (NON-ENERGETIQUES)

DE LA TOURBE

DEUXIEME PARTIE

ETUDES RECENTES RELIEES AUX USAGES INDUSTRIELS DE LA TOURBE DU NOUVEAU BRUNSWICK

RECENT STUDIES ON INDUSTRIAL USES OF PEAT IN NEW BRUNSWICK

Bernard Coupal
Génie chimique
Université de Sherbrooke
Sherbrooke, Québec

RESUME

Durant l'année 1980, la firme André Marsan et Associés Inc. a réalisé pour le compte du ministère du Commerce et du Développement du Nouveau-Brunswick, une étude synthèse des usages industriels de la tourbe. Cette étude a permis d'identifier quelques produits industriels provenant de la transformation physique et chimique de la tourbe. Parmi ces produits, le coke métallurgique et les noirs de carbone représentent un potentiel industriel intéressant, tel qu'en témoignent les usines allemandes et finlandaises déjà en opération. Dans le cadre d'une récente étude, la firme André Marsan et Associés Inc. a fabriqué à l'aide d'un pilote semi-industriel, des quantités suffisantes de coke industriel et de noirs de carbone pour réaliser des essais représentatifs. Cette phase d'essais est présentement en réalisation chez différents utilisateurs.

La présentation fera état des produits fabriqués et de leur potentiel.

ABSTRACT

In 1980, André Marsan et Associés Inc. conducted a study for the New Brunswick Department of Commerce and Development to summarize the industrial uses of peat. This study identified a number of industrial products resulting from the physical and chemical processing of peat. Of these products, foundry coke and carbon black represents an interesting industrial potential, as indicated by the German and Finnish plants already in operation. As part of a recent study, André Marsan et Associés used a semi-industrial experimental operation to manufacture sufficient quantities of industrial coke and carbon black to carry out representative tests. This testing phase is now being implemented by various users.

The paper will describe the products manufactured and their potential

INTRODUCTION

Durant l'année 1981, la firme André Marsan et Associés Inc. a été retenue par le ministère du Commerce et du Développement du Nouveau-Brunswick pour réaliser une étude sur les usages industriels de la tourbe. Cette étude devait exclure les utilisations horticoles de la tourbe; ne pas considérer la combustion directe pour fin de génération d'énergie; et proposer en dernier lieu des utilisations potentielles sur le plan industriel. Le rapport soumis à l'automne 1981 a permis, entre autres, d'identifier la fabrication de produits carbonés comme éléments potentiel d'utilisation de la tourbe. La transformation de la tourbe en produits carbonés n'est pas nouvelle et il existe actuellement quelques implantations industrielles. En Allemagne de l'Ouest, la compagnie A.G. Deilmann fabrique du coke de tourbe depuis 1906 avec une production annuelle d'environ 20,000 tonnes/année. En Hollande, la société NORIT fabrique environ 30,000 tonnes/année de charbon activé à partir de tourbe. Une autre société, installée en Irlande (CECA), fabrique également un charbon activé à base de tourbe. En Finlande, une unité industrielle de construction récente transforme environ 25,000 tonnes/année de tourbe en coke. Toutes ces usines utilisent la tourbe comme matière première pour produire des produits carbonés dont l'utilisation industrielle est assez variée.

Suite à la publication du rapport identifiant comme potentiel pour le Nouveau-Brunswick la transformation de la tourbe en

produits carbonés, le ministère du Commerce et du Développement a octroyé à la firme André Marsan & Associés Inc. un second contrat pour fabriquer, à l'aide d'une usine pilote, une quantité suffisante de produits carboné pour réaliser des essais industriels permettant d'examiner le potentiel d'utilisation de ces produits.

MANDAT DE L'ETUDE

Les termes de référence du second mandat contenaient les éléments suivants:

- utiliser une installation pilote pour fabriquer environ 1500 livres (.682 tonnes) de coke de tourbe;
- répartir cette production en utilisant une tourbe humifiée et une tourbe fibreuse;
- répartir cette production de coke entre une quantité de boudins et une quantité finement broyée;
- identifier les produits obtenus à l'aide des techniques analytiques proposées par l'American Society for Testing and Materials (ASTM).

Il faut à ce stade préciser que le terme coke a un sens générique dont la signification est très large. Le résidu solide provenant de la pyrolyse de la tourbe ne possède pas de structure et s'apparente plus au "Char" qu'au coke proprement dit. Nous allons quand même continuer d'utiliser le terme coke dans la

poursuite de cette présentation.

UTILISATION POTENTIELLE ENVISAGEE

La transformation de la tourbe en coke a été réalisée de façon à fabriquer un produit sous deux formes principales. La première forme consistait en des boudins pouvant être alimentés à des procédés requérant l'utilisation de morceaux. Les cubilots, par exemple, doivent être chargés avec ce format. La seconde forme résultait d'un fin broyage du produit pour le transformer en poudre susceptible de servir d'agent dans la fabrication des produits à base de caoutchouc. La présentation du produit sous ces deux formes finales permettait donc une gamme importante d'utilisations potentielles.

ETAPES DE FABRICATION

Avant de préciser le type d'équipement utilisé, il faut préciser les diverses étapes requises pour la fabrication. Au départ, il faut préciser le type de tourbe. Dans le cas de la tourbe humifiée, elle est d'abord transformée en boudins qui sont laissés sur la tourbière pour séchage naturel. Leur teneur en eau à ce moment est de l'ordre de 85-90%. Une fois le séchage naturel terminé, au bout d'environ une vingtaine de jours dépendant des conditions climatiques, la teneur en eau baisse à

environ 35-40%. Les boudins sont alors ramassées et passés à un pyrolyseur capable de les transformer en coke sans les briser. La pyrolyse est une simple montée de température en absence d'air. Selon les températures atteintes, la tourbe libère des gaz et des goudrons qui sortent du pyrolyseur. Ces gaz et goudrons sont soit traités pour condenser les goudrons (si la récupération est désirée), soit brûlés directement pour assurer le maintien énergétique du procédé. Sur le plan énergétique, la pyrolyse de la tourbe est intéresante, car elle se réalise sans apport extérieur d'énergie, à l'exception des périodes de démarrage. Une fois la pyrolyse terminée, les boudins sont soit entreposés sans modification, soit broyés au degré de granulométrie désiré. La Figure 1 illustre les différentes étapes.

Dans le cas de la tourbe de sphaigne, elle est récoltée par aspirateur et utilisée directement sans passer par l'étape de la fabrication des boudins. La Figure 2 illustre ces étapes.

EQUIPEMENT UTILISE

Pour réaliser les différentes étapes présentées dans les Figure 1 et 2, un équipement approprié à été utilisé. Cet équipement fait partie des installations pilotes du département de Génie chimique de l'Université de Sherbrooke auxquelles notre société a accès.

TOURBE HUMIFIEE

Fabrication des boudins

Dans le cas de la tourbe humifiée, la première étape consiste en la fabrication de boudins. La tourbière Inkerman fut d'abord sélectionnée comme site d'extraction de la tourbe. Compte tenu de la présence de tourbe humifiée et des facilités d'accès, ce choix était naturel. Une fois la tourbière identifiée, l'emplacement d'une poche de tourbe humifiée a été localisée par Messieurs David Keys du ministère des Ressources naturelles et Marc Beerli de la firme André Marsan et Associés Inc. Une série d'échantillons a alors été soutirée pour déterminer la teneur en cendres et en eau.

La boudineuse utilisée pour transformer la tourbe en boudins a été développée par notre firme. Il s'agit d'une montée sur roues et accrochée à un camion. Un opérateur, installé sur le camion, décharge la tourbe dans la gueule de la presse de refoulage qui la pousse vers une ouverture de 3" x 2" (7.62 x 5.08 cm) de section. Le boudin de section rectangulaire est coupé automatiquement en longueurs de 18 pouces (45.72 cm). Ces boudins tombent sur un convoyeur qui les déplace vers le sol et l'aire d'étendage. L'opération du boudinage a été réalisée les 19 et 20 août, 1981. Des analyses d'humidité ont révélé une teneur en eau de 82%. Les boudins ont été laissés sur les aires d'étendage jusqu'au 11 septembre 1981. Ils furent alors retournés de façon manuelle pour en améliorer le séchage. Les boudins ont été laissés ensuite pour séchage additionnel jusqu'au

1 octobre 1981, alors qu'ils furent ramassés. Ils ont ensuite été transportés par camion à l'unité-pilote. La détermination de la teneur en eau a alors révélé des niveaux trop élevés. Les boudins ont alors été placés dans des compartiments ou cases à tiroirs alimentés en air par convection forcée. La teneur en eau a alors baissé jusqu'à environ 30%. Le Tableau 1 présente les teneurs en eau aux différentes périodes.

La période tardive et la présence de pluies importantes ont considérablement diminué l'efficacité du séchage naturel. Les dangers de gel, alors que les teneurs en eau étaient encore importantes, ont forcé le transport des boudins avant que le séchage naturel en soit complété.

Pyrolyse des boudins.

La pyrolyse des boudins a été réalisée dans un four vertical chauffé à l'électricité d'une puissance totale de 95 KVA et alimenté en courant triphasé de 220 volts. Le réacteur, constitué d'un cylindre de 1.5 m de diamètre est fabriqué en acier et est boulonné à un couvercle au travers duquel sont soudées une sortie des gaz de pyrolyse et une soupape de sûreté. Les gaz de pyrolyse sont dirigés vers une unité de lavage. Les goudrons sont alors séparés par condensation et récupérés. Les gaz sont ensuite brûlés dans une torchère. Les Figures 3,4,5,6, et 7 illustrent les principales composantes de l'opération de pyrolyse.

Description d'un essai.

Les boudins sont chargés dans le contenant cylindrique qui est boulonné au couvercle. Le tout est descendu dans le manchon chauffant. La canalisation de sortie des gaz est alors reliée au système de lavage des gaz. La pyrolyse débute et la montée de température contrôlée.

Une fois la pyrolyse terminée, le circuit électrique est ouvert. Le réacteur contenant le coke est mis sous atmosphère d'azote pour éviter les dangers de combustion durant le défournement. Le contenant cylindrique boulonné au couvercle est alors sorti du manchon et placé dans le refroidisseur. Le Tableau 2 présente les conditions d'opération.

Le coke fabriqué a été analysé pour déterminer ses caractéristiques. Les résultats apparaissent au Tableau 3.

Afin d'arriver à un produit carboné en poudre, une partie de la quantité fabriquée a été broyée au Centre de recherches minérales du ministère de l'Energie et des Ressources de la province de Québec. Pour ce faire, un broyeur vibrant du type Humboldt, PALLA U20, a été utilisé pour générer une poudre de granulométrie inférieure à 300 mailles pour 97% de la quantité broyée. Cette poudre constitue un noir de carbonne qui peut s'avérer un produit important dans la fabrication de produits à base de caoutchouc. Il faut cependant le caractériser de façon plus poussée. Cet aspect sera discuté plus loin.

TOURBE DE SPHAIGNE

La pyrolyse de la tourbe de sphaigne a été réalisée dans un four rotatif à chauffage indirect Bartell-Snow d'une capacité chauffante de 350,000 BTU/h. En marche optimum, sa capacité de chargement est de 30 kg./h. Le four est muni d'une unité de traitement des gaz de pyrolyse afin de séparer les goudrons. La Figure 8 montre une vue schématique du four. Ce four est alimenté de tourbe de sphaigne telle qu'elle est obtenue des sacs. Le Tableau 4 présente les conditions d'opération.

Le coke produit a été soumis au broyage à partir du même équipement que celui utilisé pour les boudins.

CHARACTERISTIQUES DES NOIRS DE CARBONE

Le coke de tourbe finement broyé constitue un noir de carbone à plusieurs usages potentiels. Les noirs de carbone regroupent un large éventail de produits dont les utilisations sont très diverses. Afin de caractériser le produit fabriqué, les essais standard ASTM ont été utilisés et les résultats apparaissent au Tableau 5.

ESSAIS PAR DES CLIENTS EVENTUELS

Afin d'évaluer le potentiel des produits fabriqués, on a eu recours à d'éventuels utilisateurs. Ceux-ci se divisent en deux

grandes catégories. Il y a en premier lieu les compagnies oeuvrant dans le secteur des produits à base de caoutchouc comme Bombardier, Michelin, Goodyear et Goodrich. Bombardier et Michelin ont, à ce jour, été rejoints et ont manifesté de l'intérêt. Ils ont reçu une certaine quantité du produit pour fin d'analyse et d'essais.

Pour le secteur de l'industrie métallurgique, les utilisateurs sont très diversifiés. Fer-Titane du Québec a manifesté de l'intérêt et a demandé un échantillon d'une cinquantaine de livres. Les essais sont en cours et les résultats ne sont pas encore disponibles.

CONCLUSIONS

Ces essais constituent une phase essentielle et importante dans le projet d'utilisation de tourbe comme matière première dans la fabrication de produits carbonés. L'opération d'une unité-pilote permet en effet de fabriquer des quantités de produits qui permettent de franchir et de poursuivre une étape en ce qui a trait aux utilisateurs éventuels.

TABLEAU 1

ETAPE DE BOUDINAGE

Opération	Date	Teneur en eau
boudinage	19-20 août 1981	82%
retournage	11 septembre 1981	-
ramassage	1er octobre 1981	29% à 76%
séchage artificiel	1er novembre 1981	30%

TABLEAU 2

CARACTERISTIQUES DE LA PYROLYSE
DANS LE FOUR VERTICAL

Masse de tourbe introduite	2864 livres, 1.30 tonnes
Humidité de la tourbe	20%
Masse de coke produite	1006 livres, 0.46 tonnes
Rendement	35%
Durée de la pyrolyse	5 à 6 heures
Température maximale	1350°F, 732.2° C

TABLEAU 3

CARACTERISTIQUES DES BOUDINS DE COKE

Carbone fixe	75%
Contenu en éléments volatiles	7%
Humidité	2,5%
Teneur en soufre	0,2%
Teneur en cendres	10,5%

TABLEAU 4

CONDITIONS D'OPERATION DU FOUR ROTATIF

Alimentation en tourbe	1793 livres, 0.815 tonnes
Teneur en eau	54%
Alimentation en tourbe anhydre	8253 livres, 3.75 tonnes
Quantité de coke produit	242 livres, 0.11 tonnes
Ratio $\frac{\text{tourbe anhydre}}{\text{coke}}$	34:1
Température d'opération	1750°F, 954.4°C
Taux d'alimentation	12-14 lbs/heure 5.4-6.4 kg/heure

TABLEAU 5

CARACTERISTIQUES DES NOIRS DE CARBONE
FABRIQUES A PARTIR DE TOURBE

Test	Noir fabriqué avec la tourbe de sphaigne	Noir fabriqué à partir de tourbe humifiée	ASTM #
Absorption d'iode mg/gramme	159,7	245,6	D-1510
Teneur en cendres	24,64	10,47	D-1506
Humidité	4,0	2,2	D-1509
Résidu de grille			
35 mailles	0,006	nil	D-1514
80 mailles	0,0228	0,005	
325 mailles	0,0640	0,0014	
% transmission	70%	97%	D-1618
Absorption de DBP (débutylphthalate)	point final non identifié	point final non identifié	D-2414
Surface spécifique (m^2/gramme)	131	171	sorpto-metre Perkin-Elmer
Densité (grammes/cm^3)	0,2497	0,4085	

FIGURE 1

ÉTAPES DE FABRICATION

TOURBE HUMIFIÉE

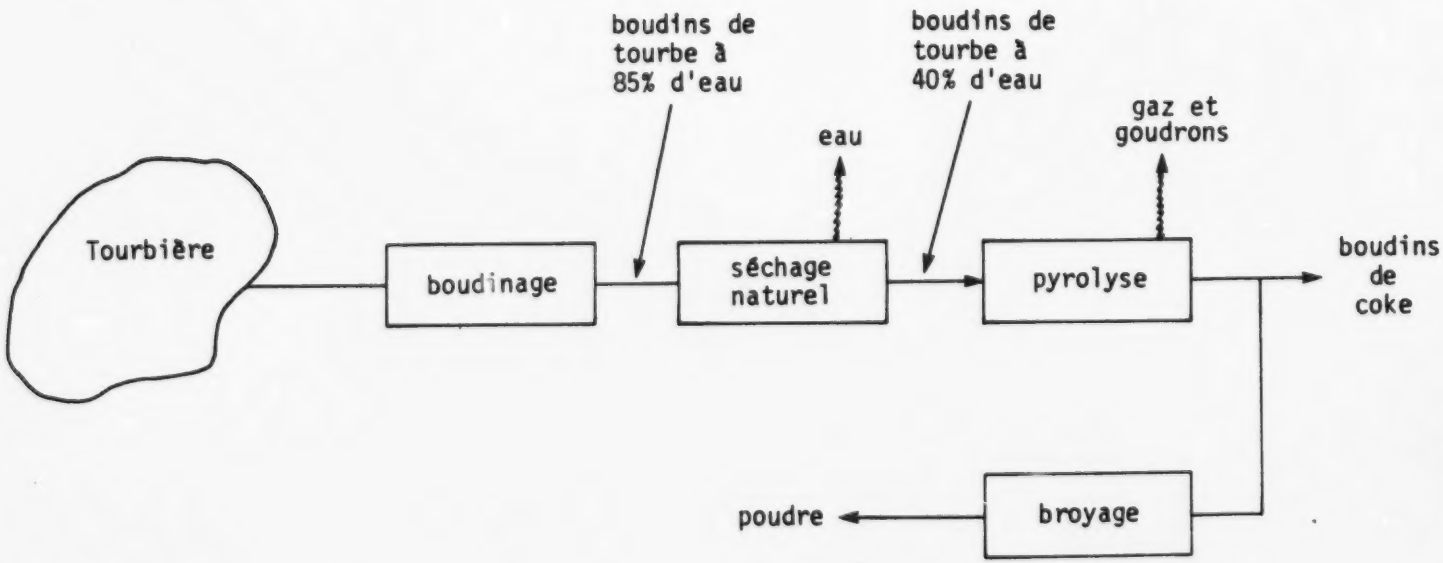


FIGURE 2

ÉTAPES DE FABRICATION

TOURBE DE SPHAIGNE

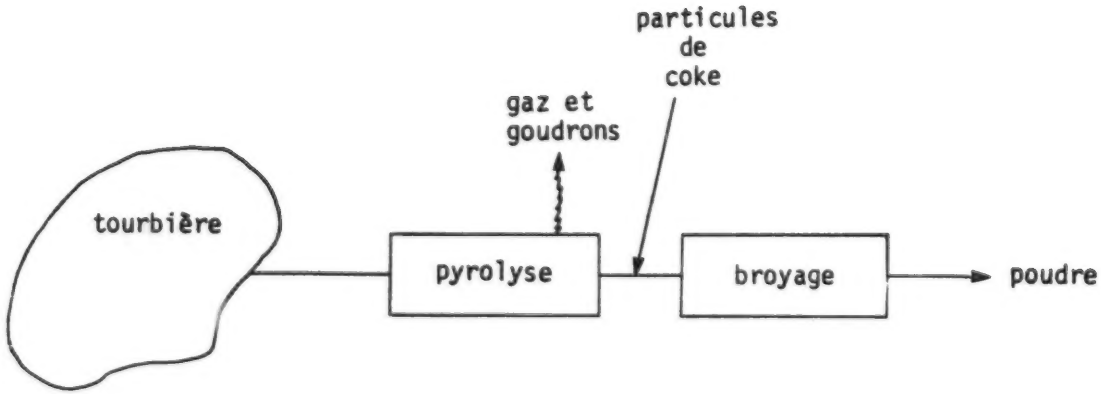
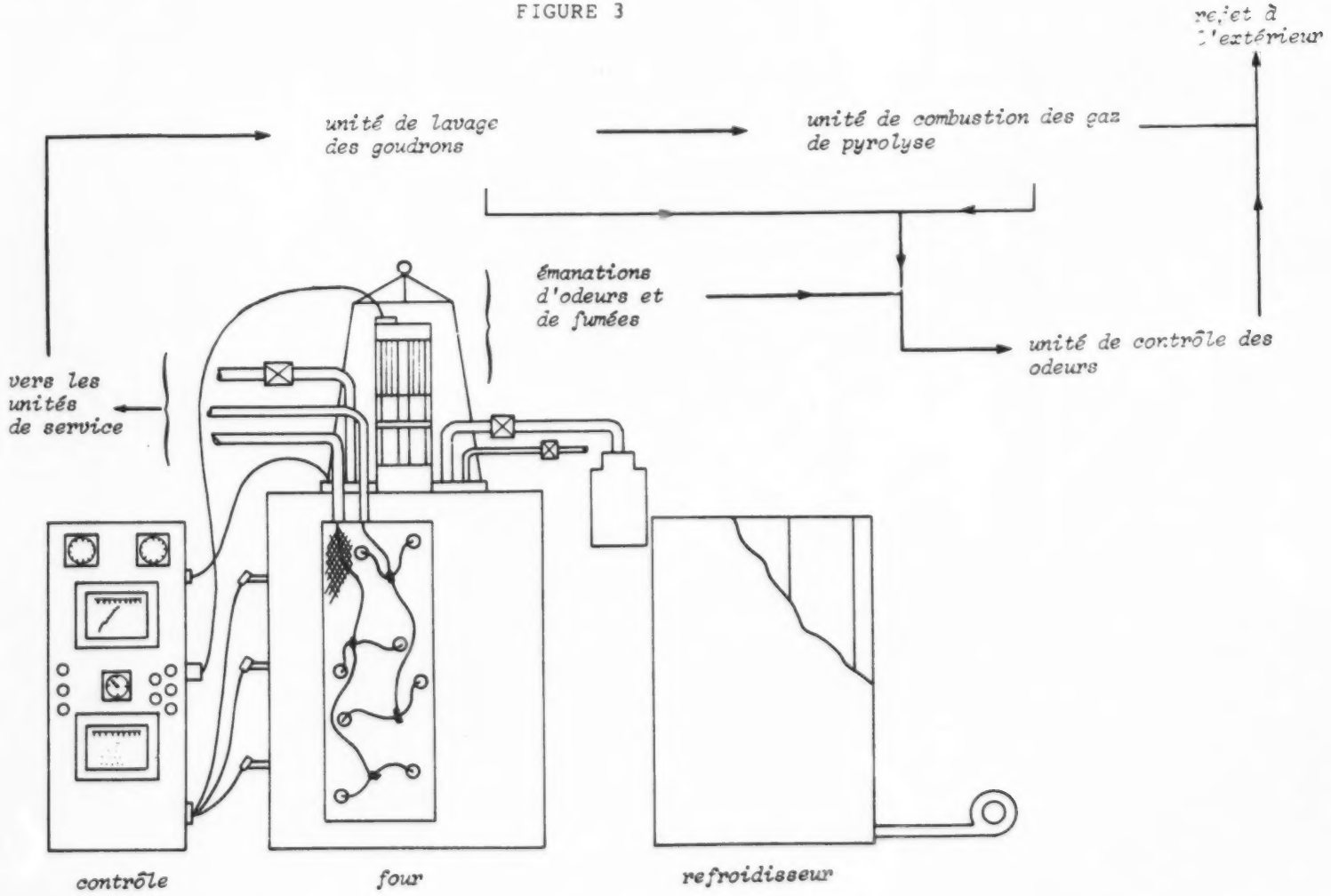
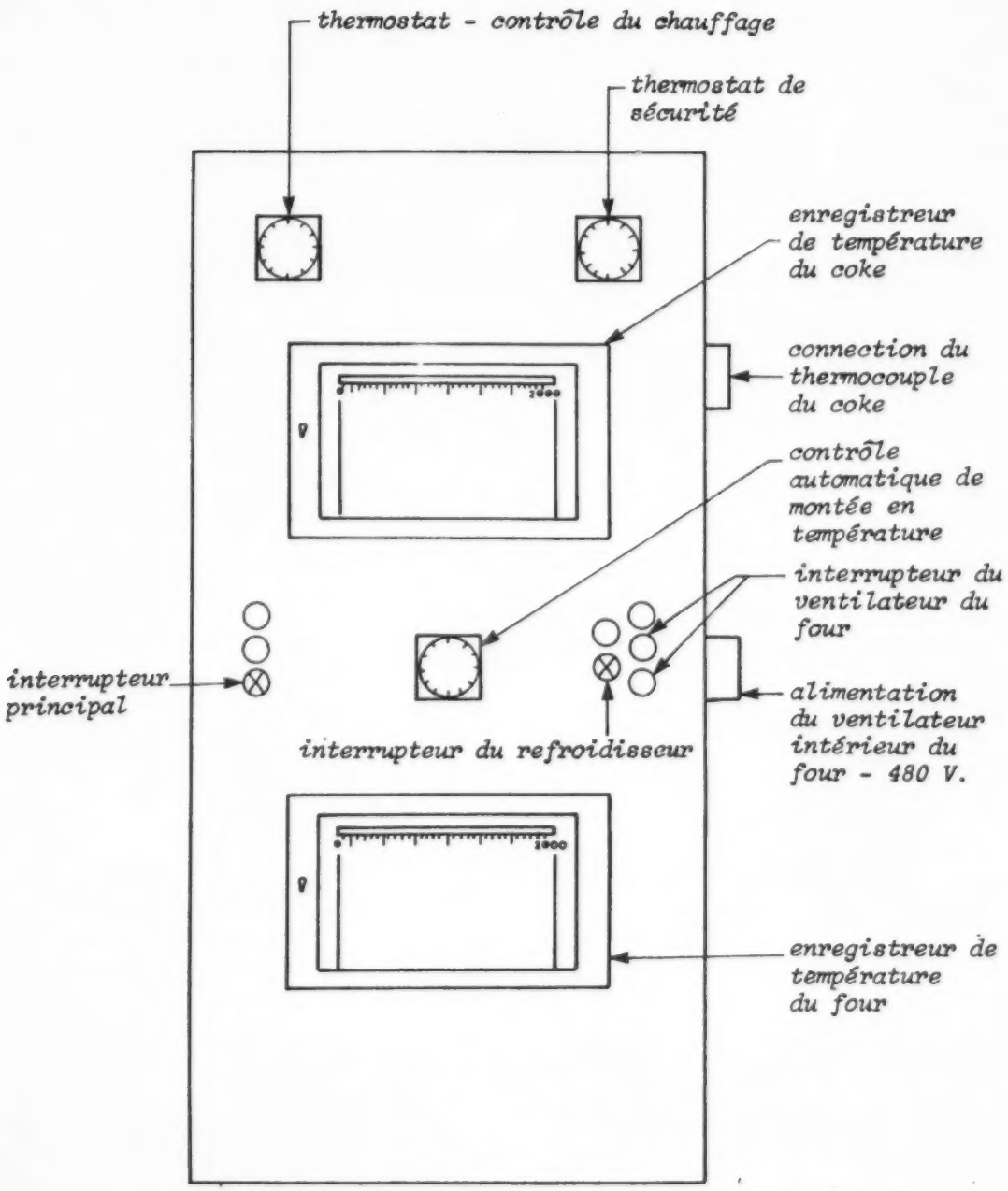


FIGURE 3



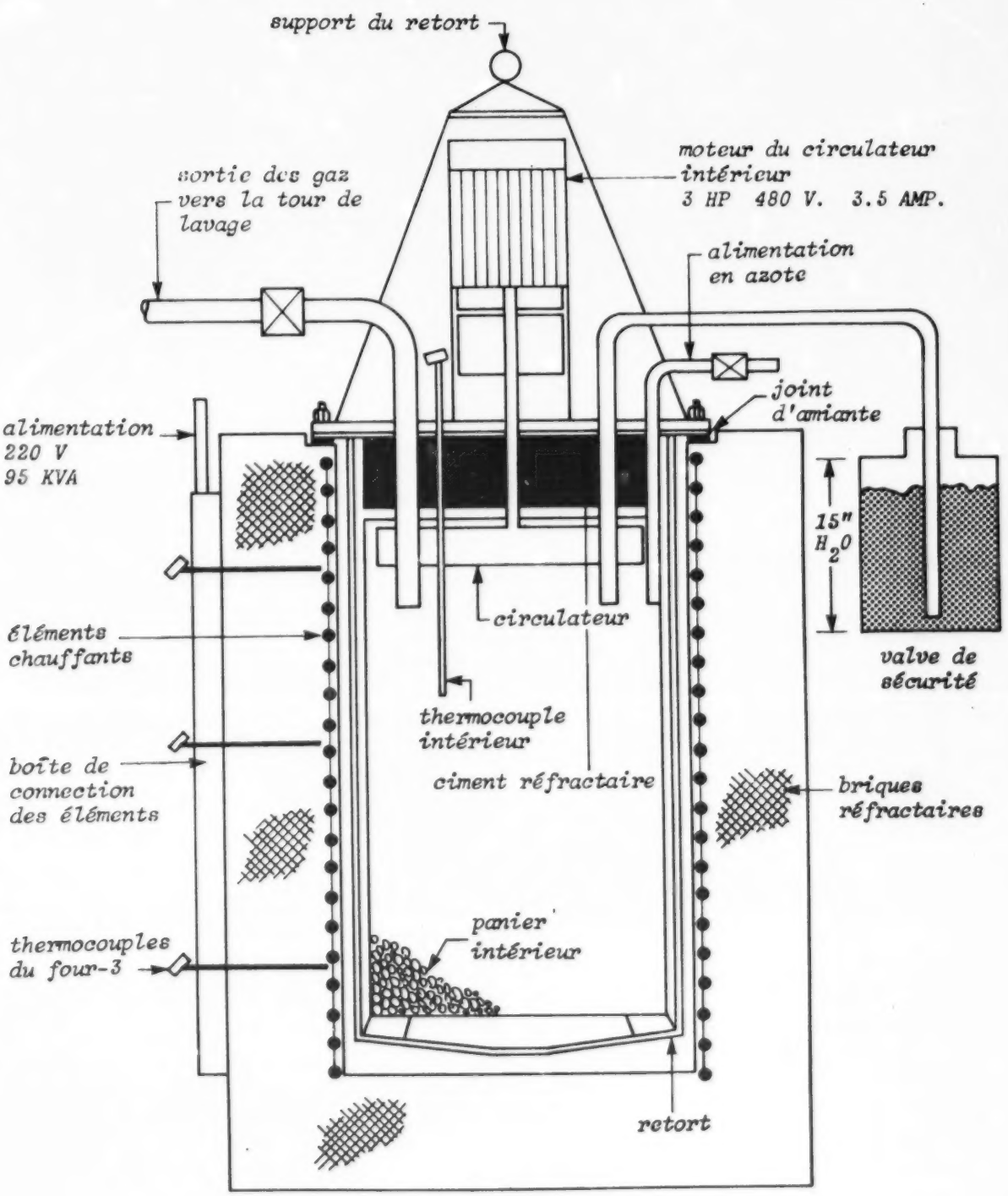
UNITÉ DE CARBONISATION DE LA TOURBE

FIGURE 4



PANNEAU DE CONTROLE

FIGURE 5



FOUR

FIGURE 6

SYSTÈME DE RÉCUPERATION DES GOUDRONS

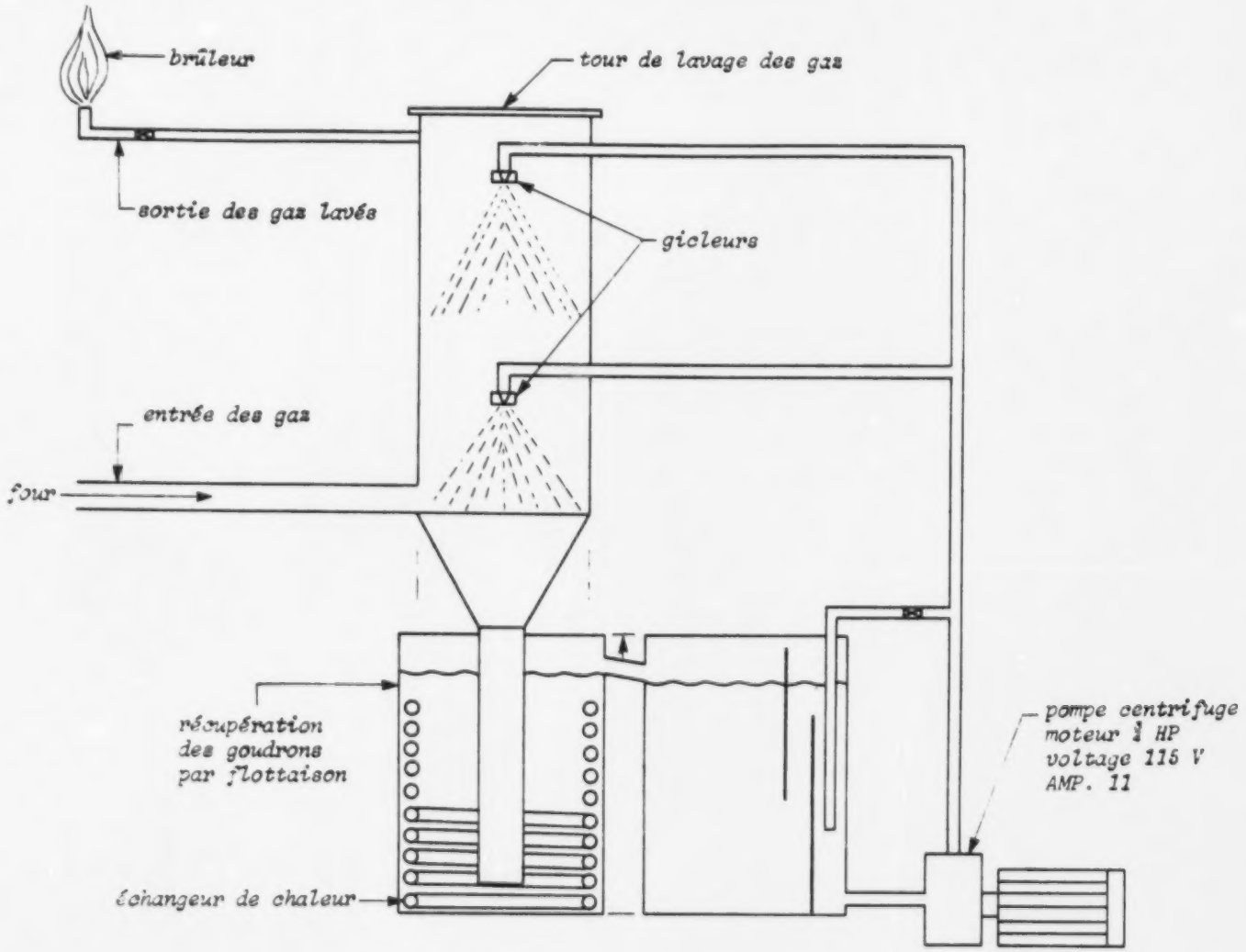
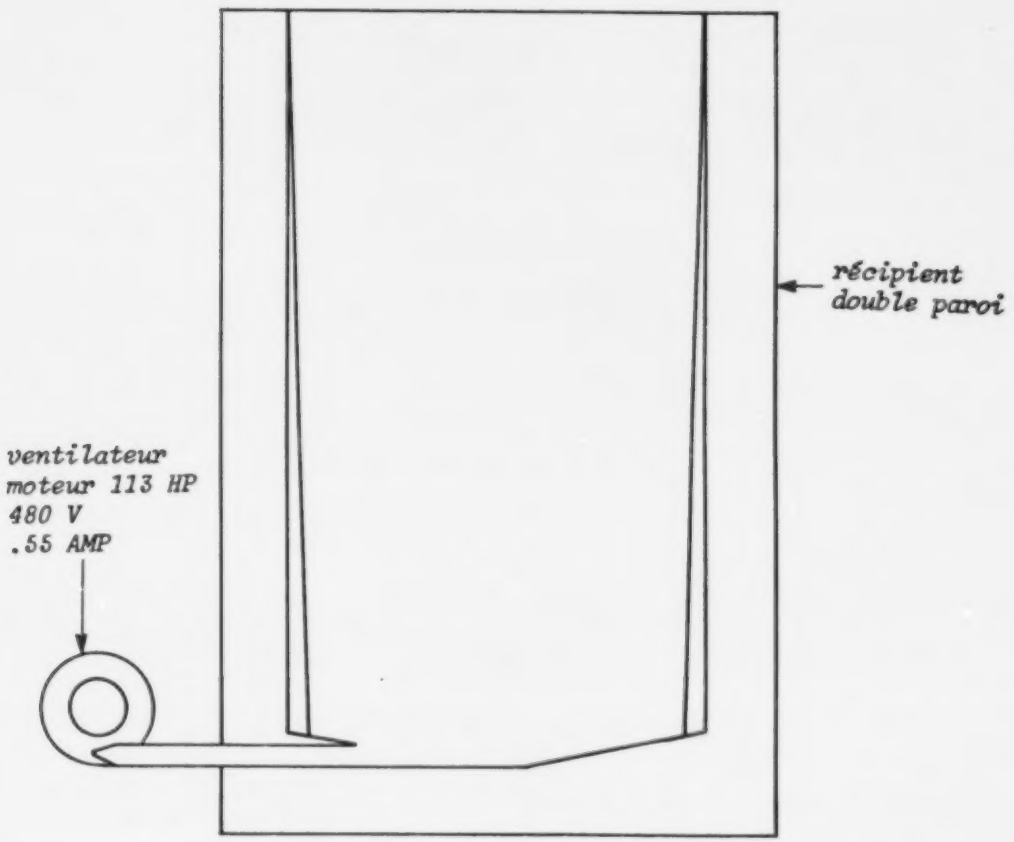


FIGURE 7



REFROIDISSEUR À AIR FORCÉ

FIGURE 8
FOUR ROTATIF

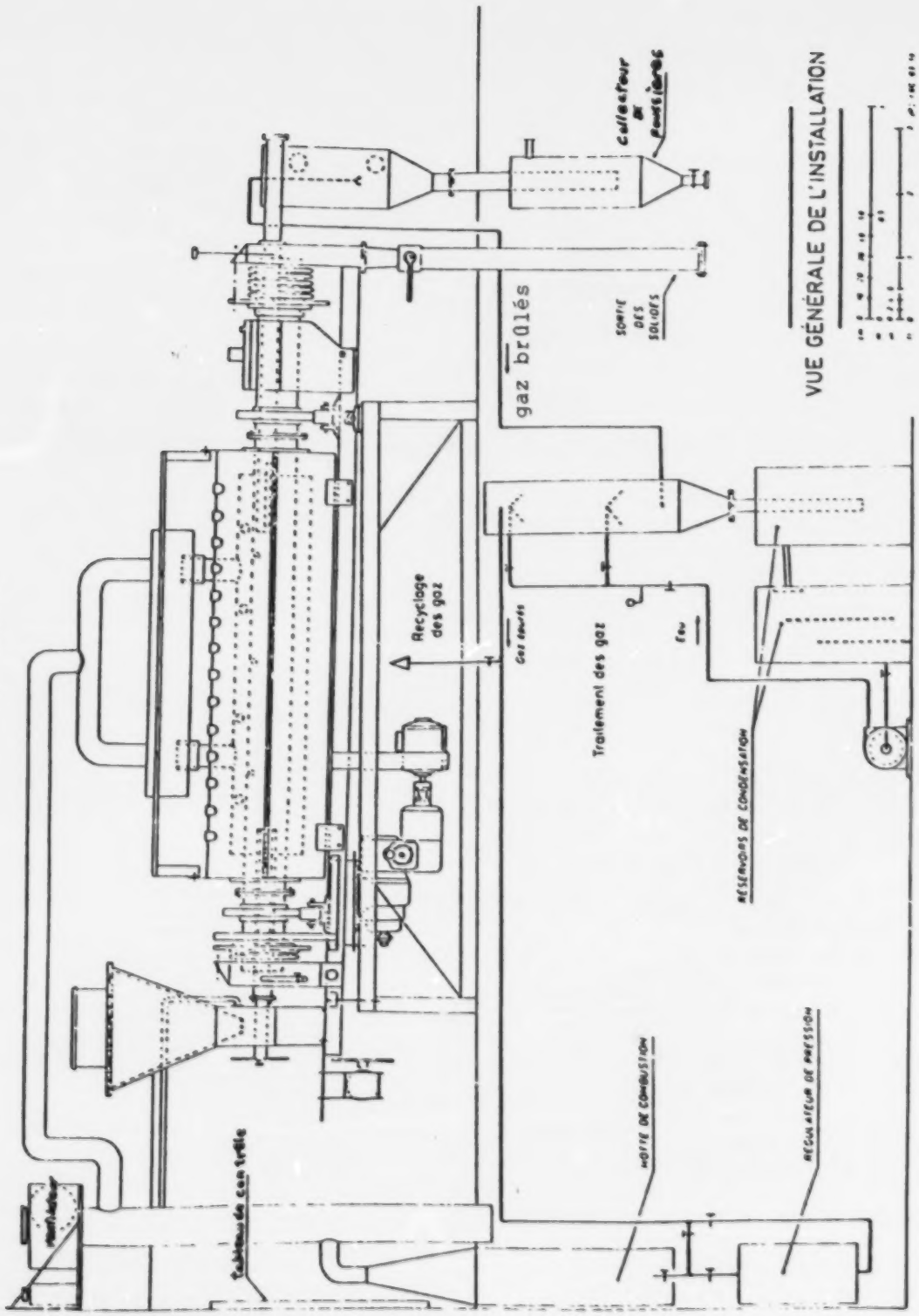


Photo No 1
Mise en sillon des boudins

Photo No 2
Tourbe noire humifiee extraite
a une profondeur de 1 a 3 pieds

Photo No 3
Tourbe noir humifiee contenant egalement de la tourbe fibreuse extraite a une profoundeur de 2 a 5 pieds

Photo No 4
Boudins apres sechage (melange de tourbe humifiee et fibreuse)

L'EMPLOI D'UN SUBSTRAT A BASE DE TOURBE EN CULTURE HYDROPONIQUE

THE USE OF PEAT SOIL IN HYDROPONIC GROWING

W.A. Skaife
William Skaife Method Inc.
Carlsbad, Californie

RESUME

Un substrat de culture à base de tourbe est habituellement considéré comme une matière passive, nécessaire pour retenir les racines des plantes et emmagasiner l'eau et l'engrais. Nous lui avons donné une nouvelle fonction en l'utilisant comme dispositif mécanique actif, que nous avons nommé "carburateur horticole" (Horticultural Carburetor tm). Ce "carburateur", tout comme celui de l'automobile qui mélange l'air et l'essence pour le moteur, utilise le substrat de tourbe pour mélanger l'eau, l'air et l'engrais afin de créer "l'Environnement idéal" pour les racines des plantes.

"L'Environnement idéal" est une technique à partir de laquelle nous avons élaboré notre système hydroponique et notre système de croissance contrôlé appelé le Skaife Truck Farm. Celui-ci peut transformer la culture saisonnière de nombreux fruits et légumes en une récolte à l'année longue, et ce dans les limites de la ville. Ce système résulte de la combinaison du "carburateur horticole", découvert en 1974, avec une douzaine d'innovations dans le domaine de la culture hydroponique et en serre, et de l'énergie solaire. Il produit des fruits et légumes de qualité supérieure; de plus, il est fiable et permet de faire la culture en serre à un coût concurrentiel à celui des cultures en pleine terre, ce qui n'avait jamais été accompli auparavant.

Le substrat de culture à base de tourbe deviendra l'une des ressources mondiales les plus précieuses, puisque son rôle traditionnel comme matériau d'entreposage passif est appellé à changer pour réaliser son plein potentiel en tant que dispositif mécanique actif dans la production agro-alimentaire.

ABSTRACT

Peat soil is viewed as passive material needed to hold the roots of plants and to store water and fertilizer. I have given it a new dimension by using it as an active, mechanical device I call Horticultural Carburetor tm. As the automobile's carburetor mixes air and gasoline for the engine, my carburetor uses peat soil to mix water, air and fertilizer to create the Ideal Environment for the roots of all plants.

This Ideal Environment is the technology upon which we have built our hydroponic system and controlled growing system called the Skaife Truck Farm. It has the potential to convert the supply of many fruits and vegetables from the seasonal production of the fields to a 12 months a year harvest within the city limits. It is the marriage of the Horticultural Carburetor discovery in 1974 with a dozen new innovations in hydroponic/greenhouse/solar energy growing. It produces superior fruits and vegetables, is reliable, and grows food in a greenhouse at costs which are competitive with field grown produce. This has never been accomplished before.

Peat soil shall become one of the world's most valuable resources, elevated from its historic, passive storage use to its full potential as an active mechanical device used in the production of food.

LA METHODE SKAIFE

"L'Environnement idéal" ou la méthode Skaife diffère des autres systèmes agricoles et hydroponiques qui sont basés sur des techniques d'arrosage, d'aération et de fertilisations répétées.

Dans ces dernières, l'eau et l'engrais sont appliqués périodiquement et emmagasinés par le sol. Par la suite, on laisse sécher le sol pour permettre l'aération. Les racines sont donc sujettes à un environnement sans cesse changeant.

"L'environnement idéal" est un mélange invariable d'eau, d'air et des 14 éléments nutritifs dont a besoin une plante. On maintient constamment l'eau fertilisée dans le fond des boîtes à culture et des boîtes à semis à un niveau de 6 po. (15cm), de sorte que par capillarité le milieu de culture est toujours saturé. Ainsi, "l'Environnement idéal" procure une quantité constante d'eau et d'engrais au milieu de culture.

Simultanément, l'air frais atteint toute la masse du milieu de culture par l'espace qui existe entre le filet (qui contient le milieu de culture et la plante) et le tuyau de culture, et ceci par simple pression atmosphérique.

Le milieu de culture dans les filets et dans les boîtes a culture agit comme "carburateur horticole", mélangeant l'eau fertilisée avec l'air. Par cette découverte, le sol tourbeux et la perlite sont transformés d'une matière passive d'entreposage en un "carburateur" actif naturel, qui fonctionne par l'action capillaire et la pression atmosphérique.

Ce mélange d'eau et d'air encourage la croissance de millions de poils absorbants dans le milieu de culture. Nous les avons appelées "racines d'humidité". Ces racines minuscules absorbent l'eau, l'air et les éléments nutritifs en quantités nécessaires à la plante en question. La méthode Skaife permet donc aux racines de se nourrir selon leurs besoins et à leur propre rythme.

La méthode Skaife pourrait se résumer ainsi:
Il s'agit d'un environnement idéal en miniature composé d'un milieu de culture, d'air, d'eau et d'un engrais complet. Le milieu de culture est approvisionné en air, en eau et en éléments nutritifs par des forces naturelles, c'est-à-dire, la capillarité et la pression atmosphérique, ce qui produit un effet de "carburateur". De nombreuses racines minuscules se développent et vont chercher les quantités requises d'eau, d'air et

d'éléments nutritifs pour assurer une croissance et une productivité maximales dans toutes conditions environnementales et à tous les stades de la croissance. De plus, ceci se fait sans intervention humaine, ni ajustements du pH.

Les caractéristiques commerciales importantes de la méthode sont les suivantes:

(1) Un environnement miniaturisé - La quantité de milieu de culture dans les filets et les boîtes à culture est faible comparativement à la quantité de sol nécessaire à la culture d'un nombre équivalent de plantes en pleine terre ou par d'autres systèmes hydroponiques.

(2) Un milieu de culture adapté à toutes les plantes - Puisque toutes les racines de plantes sont compatibles à "l'Environnement idéal", il est possible de cultiver simultanément une variété de plantes de différentes grosseurs dans les mêmes boîtes à semis et à culture.

(3) Ne requiert pas de contrôle humain - Le "carburateur horticole", activé par des forces naturelles, mélange et approvisionne les racines, évitant ainsi toute erreur humaine. Le "carburateur" fournit des quantités idéales d'eau, d'air et d'engrais, de sorte que les plantes prennent ce dont elles ont besoin à tout temps, sans qu'il y ait de perte.

APPLICATIONS COMMERCIALES

Nous avons utilisé les caractéristiques uniques de "l'Environnement idéal" pour concevoir, construire et faire fonctionner notre nouveau genre de serre appelé "Skaife Truck Farm."

Je vais premièrement vous décrire quelques-unes des composantes de nos serres.

Abri - La serre extérieure à 108' (32.92m) de long par 30' (9.14m) de large par 12' (3.66m) de haut.

Boîte à culture - Une boîte légère, isolée, de 100' (30.48m) de long par 46" (115cm) de large et haute de 20" (50cm), fabriquée d'une feuille de polystyrène et vaporisée d'une couche de plastique durable.

Tuyaux de culture - Il y a 1,100 tuyaux verticaux espacés également dans chaque boîte à culture. Ceux-ci sont perforés et ont 3" (7.5cm) de diamètre et 18" (45cm) de long.

Milieu de culture - Un mélange de tourbe et de perlite entourant les tuyaux de culture; la boîte à culture en est également remplie.

Filets - Les plantes poussent dans des filets de 2 1/2" (6.25cm)

de diamètre et de 18" de long remplis du milieu de culture décrit ci-haut et placés dans les tuyaux verticaux.

Serre solaire "Sun Bank" - La boîte à culture est recouverte d'une serre miniature en plastique chauffée à l'énergie solaire. Celle-ci à 8' (2.44m) de haut par 48" (120cm) de large par 100' (30.48m) de long. La charpente est composée de plus de 2,500 pieds (762m) de tuyaux en plastique noir de 1/2" (1.25cm) et de 1" (2.5cm) raccordés. Elle est recouverte d'un matériau en plastique clair qui peut être abaissé ou élevé en panneaux de 20' (6.10m).

Système solaire à air chaud - Un tuyau de cheminée à l'ouest de la structure et communiquant avec l'extérieur par le toit de l'abri, entre dans la serre pénètre dans le milieu de culture et se branche à six tuyaux horizontaux de 2" (5cm), qui passent dans le milieu de culture et se rendent à un ventilateur dans la section de contrôle, à l'extrémité est de la boîte de culture.

Chaufferettes d'appoint - La serre "Sun Bank" est munie d'une chaufferette à eau chaude à chaleur instantanée, tandis que l'abri a une grosse chaufferette à air chaud.

PRODUCTION INTENSIVE DANS UN ESPACE RESTREINT

La superficie supportant des racines dans une boîte à culture est inférieure à 400 pieds carrés (37.16m) (100' x 46" ou 30.48m x

115 cm). On y retrouve plus de 1,100 plantes dont la production est estimée à 50,000 livres (22.73 tonnes) par année. En comparaison, un acre de terre cultivée (43,560 pi^2 ou 4046m^2), produira annuellement de 50,000 à 100,000 livres (22.73 à 45.45 tonnes) de tomates. Avec seulement 1 à 2% de la superficie, notre système peut donc s'approcher de la productivité d'un acre de terrain.

Le volume de production comparativement élevé du Skaife Truck Farm est rendu possible grâce à la saison de croissance qui s'étend sur 12 mois au lieu de la période habituelle de 3 à 6 mois. Les facteurs suivants y contribuent également:

Culture en haies - 600 plants, pour la plupart des plants de tomates, croissent ensemble sur moins de 400 pi (37.16m) dans une boîte à culture. Cette boîte devient une immense haie vivante en production utilisant au maximum tout l'éclairage disponible.

Culture "Sat-a-light" - Même si l'espace disponible aux racines est très restreint dans la culture en haies, "l'Environnement idéal" a la capacité de pourvoir aux besoins en eau, en air et en éléments nutritifs d'un plus grand nombre de plantes. Pendant les mois d'été, dans tous les climats, et lorsque la chaufferette de l'abri peut maintenir la température ambiante au-dessus du point de congélation en utilisant un minimum d'énergie (i.e. mars, avril, octobre et novembre dans le "midwest" américain),

nous retirons des plantes de la boîte à culture.

Des fraises des courgettes ou des courges croissent suspendues le long du devant de la boîte à culture.

Sur chaque côté de la boîte, il y a un trottoir de 30"(75cm) de large, dont les planches (2"x4" ou 5cm x 10cm) sont espacées de 2"(5cm). Environ 400 plantes additionnelles, dont des tomates miniatures, des fèves grimpantes, des concombres, des cantaloupes, des melons d'eau, etc., plantées dans la boîte à culture, grimpent le long des côtés de la boîte et sous le trottoir. Les tomates miniatures et les fèves grimpantes poussent sur des treillis à 4' (1.22m) de là. Les melons d'eau et les cantaloupes croissent sur le sol de 4 à 8 pieds (1.22 à 2.44m) de la boîte à culture et les concombres montent le long des murs intérieurs de l'abri. Les cultures à vigne dont la période de croissance est plus longue tels les raisins, les framboises, ainsi que certaines espèces de courges, poussent sous les murs latéraux de l'abri et s'étendent dehors jusqu'à 25' (7.62m) de la boîte à culture.

La croissance de plus de 1,100 plantes, ce qui équivaut à au moins 14 rangs de cultures, est soutenue uniquement par une seule boîte de 46" (115cm). Ceci est rendu possible grâce à "l'Environnement idéal", qui offre les avantages suivants:

Compatibilité - Comme elles peuvent se nourrir à volonté, selon

leurs besoins, les racines de plantes tels les piments, les aubergines, les tomates, les fèves grimpantes, les melons et les concombres, peuvent croître ensemble en harmonie, même si elles requièrent normalement différents arrosages, engrais, pH et types de sol.

Diminution de la quantité de milieu de culture requise - Le volume du milieu de culture nécessaire à la croissance de cet assortiment de plantes est très minime. Ceci est dû à la fonction particulière de "l'Environnement idéal", qui agit non pas comme réservoir, mais plutôt comme "carburateur horticole" actif, actionné par des forces naturelles.

Les économies réalisées au niveau de la construction et des coûts d'opération grâce à la culture en haies et à la croissance "Sat-a-light" sont des facteurs clés nous permettant de rencontrer nos objectifs de production à l'année longue au coût de 10 à 20¢ la livre (22 à 44¢/kg), et ceci dans la plupart des climats.

PRODUCTION CONTINUE

Grâce à l'utilisation de filets au lieu de pots, les plantes, indépendamment de leur taille, peuvent être déplacées en tout temps sans déranger les racines et sans provoquer de réactions de choc. La presque totalité des 1,100 plantes sont commencées de la graine directement dans ces filets à l'extérieur, dans la

boîte à semis, en mai et en juin. Elles sont ensuite transportées dans une autre boîte en juillet, où elles seront plus espacées. Vers la fin juillet, on enlève les vieilles plantes des tuyaux de culture et on les remplace par de nouvelles plantes, qui souvent portent déjà des fruits.

Au début du mois de septembre, le Skaife Truck Farm est à nouveau en pleine production. Il n'y a pratiquement aucune perte de temps lors de la récolte. Ceci est dû aux systèmes compacts de racines, qui nous permettent de transporter facilement les plantes.

Sur 8 à 10 mois de l'année, on maintient des plantes de remplacement dans les 4 boîtes à semis à l'intérieur de la serre. Les plantes peu productives peuvent donc être remplacées au besoin. On peut même planter une culture tout à fait différente dans un minimum de temps. Ainsi, des fraises peuvent remplacer des courges et des courgettes une fois la récolte terminée, et ceci dans une seule journée.

CHAUFFAGE

Le concept de chauffage du Skaife Truck Farm est très différent des systèmes de chauffage à air chaud utilisés dans la plupart des serres. Nous l'appellons le "chauffage substantiel".

La température du sol pour les récoltes estivales, tels les

concombres, les tomates et les piments, doit être d'environ 70° F(21.1°C) pour que la croissance soit vigoureuse - et même un peu plus élevée pour les melons et les aubergines. Tous nos efforts de chauffage sont donc diriger envers le milieu de culture directement. Par contre, dans la plupart des serres, on chauffe l'air qui à son tour réchauffe le milieu de culture.

Notre principle de "chauffage substantiel" fait emploi de cinq sources de chaleur, parmi lesquelles deux sont gratuites.

Système à eau chaude à énergie solaire - Comme nous l'avons déjà mentionné, plus de 2,500 pieds (762m) de tuyaux de plastique noir entrent dans la construction de la charpente de l'abri. Pendant les jours d'hiver, lorsque la température à l'intérieur de la serre est supérieure à 70° F (21.1° C), (dans les climats désertiques, pendant les nuits d'été lorsque la température est inférieure à 70°F), une petite pompe fait circuler l'eau dans ces tuyaux. Comme il n'y a que 600 pi^3 de milieu de culture à réchauffer, notre système à eau chaude est efficace, même si la température dans la serre n'atteint 70°à 100° F (21.1°à 43.3°C) que pendant quelques heures par jour pendant l'hiver. Le milieu de culture poreux er mouillé dans la boîte à culture isolée est un système efficace pour conserver la chaleur pendant la nuit.

Système à air chaud à énergie solaire - Pendant l'hiver, lorsque la température dans la serre atteint 70°F (21.1°C) ou plus, l'air chaud du plafond de la serre et de l'abri circule dans le milieu

de culture au moyen de 6 tuyaux de 2", par un "effet de cheminée inverse". Un petit système de ventilation aspire l'air chaud, qui est habituellement perdue dans les serres conventionnelles, et la fait passer dans toute la longueur de la boîte à culture.

Les petites dimensions de notre système nous permettent de construire des dispositifs solaires miniatures peu coûteux, qui sont efficaces même pendant l'hiver, lorsque l'énergie solaire n'est disponible que sur des courtes périodes. La chaleur générée par ces dispositifs solaires serait insignifiante dans une serre conventionnelle, vue la grande quantité de substrat nécessaire pour la culture d'un nombre équivalent de plantes, soit dans le sol ou par un autre système hydroponique.

Comme source additionnelle de chaleur, nous avons dans la serre une petite chaufferette à eau chaude à chaleur instantanée, qui supporte les deux sources de chaleur "gratuites". Même sans compter l'économie réalisée avec nos systèmes à énergie solaire,l'utilisation continuelle de cette chaufferette est rentable.

Il y a aussi une chaufferette conventionnelle dans l'abri qui garde la température de l'air légèrement au-dessus du point de congélation, afin de protéger les plantes "Sat-a-light" pendant l'hiver.

MATERIAUX NECESSAIRES

Aucun système au monde utilise moins d'eau et d'engrais que le Skaife Truck Farm.Le système utilise strictement l'eau dont les plantes ont besoin. Une seule boîte de moins de 4 pieds (1.22m) de large suffit pour alimenter en eau jusqu'à 14 rangs de cultures qui peuvent s'étendre sur 40 pieds (12.19m) et plus.

L'engrais est également un autre aspect important à considérer. En utilisant un engrais hydroponique dispendieux, à 85¢ la livre, ($1.87/kg), nous obtenons un produit qui nous revient à un cent la livre (2.2¢/kg). Nous utilisons des vers de terre dans la boîte à culture afin de supléer à l'engrais hydroponique.

Le milieu de culture est un mélange de tourbe et de perlite, parmi les matériaux les moins dispendieux pour la culture des plantes. Malgré les quantités relativement minimes dont nous avons besoin, il nous en coûte tout de même environ $400, en les achetant directement des tourbières canadiennes et des mines de perlite en Californie. Si nous avions à employer les mêmes quantités de ces matériaux que dans des systèmes de culture conventionnels, nos coûts seraient de 3 à 5 fois plus élevés.

Comme l'eau fertilisée passe toujours de bas en haut dans le milieu de culture, la partie interne est relativement libre de dépôts de sels. Les résidus toxiques des engrais inutilisés lors de fertilisations antérieures ne descendent pas dans le milieu de

culture, comme c'est le cas lors de l'arrosage conventionnel de la surface du sol. Dans notre méthode, les racines ne baignent pas continuellement dans de l'eau toxique provenant de la surface, qui risque de les endommager. De plus, le milieu de culture n'accumule pas de matériaux toxiques et donc n'a pas besoin d'être remplacé aussi fréquemment.

MAIN D'OEUVRE

L'utilisation efficace de la main d'oeuvre dans le Skaife Truck Farm peut être attribuée aux nombreuses innovations inhérentes à "l'Environnement idéal", au bon sens, et à notre souci de l'efficacité.

Plusieurs activités nécessaires dans la culture en pleine terre et dans certains systèmes de serres sont éliminés, tels le labourage, la fumigation, le désherbage, l'installation et l'enlèvement de systèmes d'irrigation (ou le déplacement périodique d'un système d'irrigation portatif), le placement et l'enlèvement de treillis, et le contrôle manuel des insectes et des maladies au moyen d'équipement portatif.

Le Skaife Truck Farm peut être utilisé n'importe où au monde et une main-d'oeuvre spécialisée n'est pas nécessaire à son bon fonctionnement. Une personne consciencieuse peut obtenir, dans une production diversifiée avec notre système, des résultats

égaux ou supérieurs à ceux obtenus par un PhD en horticulture, se spécialisant dans une culture et utilisant du sol ou un autre système hydroponique.

Lorsqu'on analyse les coûts de la main-d'oeuvre, on doit tenir compte des erreurs humaines qui peuvent se glisser lors de l'opération des systèmes hydroponiques. Celles-ci peuvent causer une production diminuée ou inférieure, ce qui risque d'être plus coûteux que le facteur temps. Par contre, dans "l'Environnement idéal", qui fonctionne par les forces naturelles de la capillarité et de la pression atmosphérique, peu de fleurs ou de fruits sont perdus dû à une erreur humaine dans l'arrosage, la fertilisation ou le changement du pH.

Par manque de temps, il ne sera pas possible de décrire en détail tous les avantages du Skaife Truck Farm. Cependant, je peux affirmer que ce système a un potentiel énorme, celui de convertir la production saisonnière de plusieurs fruits et légumes en pleine terre à une production en serre dans les limites de la ville, et ceci à l'année longue, à l'échelle mondiale et à un coût de 10 à 20¢ la livre (22¢ à 44¢/kg). Ceci n'a jamais été réalisé auparavant. Ce grand potentiel a été rendu possible par la transformation du rôle du milieu de culture à base de tourbe. De sa fonction passive d'entreposage, nous avons découvert celle d'un dispositif mécanique actif; ainsi un produit connu depuis longtemps est devenu une nouvelle ressource naturelle.

NOTE: Des brevets sur le Skaife Truck Farm sont émis aux Etat-Unis, au Canada et dans plusieurs autres pays, avec d'autres brevets en instance d'acceptation. Nous accordons des permis pour l'utilisation des techniques relatives à l'installation et à l'opération du Skaife Truck Farm à des personnes qualifiées dans certaines régions spécifiques, à la grandeur du globe.

EXCURSIONS DE TERRAIN

ET

PHOTOS

RESUME DES EXCURSIONS DE TERRAIN

Le Symposium 82 se tenait dans une région où sont situées plusieurs tourbières actuellememt en exploitation pour des fins horticoles. La proximité de ces sites a permis de faire deux excursions de terrain d'une durée de deux à trois heures chacune durant le Symposium. Ces visites ont donné aux participants un aperçu des opérations d'extraction de la tourbe selon la méthode de coupe en bloc et selon la méthode des aspirateurs. La température clémente nous a permis d'observer différentes pièces d'équipement en plein fonctionnement. De plus, quelques-unes de ces pièces d'équipement sont illustrées dans la présentation de C. Breau (voir session 5).

Au cours de la première de ces excursions, nous avons pu observer des falaises de tourbe. On retrouve ces particularités sur plus de 20 tourbières dans la province du Nouveau-Brunswick. Ces falaises résultent d'une subsidence graduelle de la masse terrestre au profit du niveau de la mer.

Cette érosion fournit une occasion particulière d'observer la stratigraphie du développement des tourbières. Le fond de certaines d'entre elles se trouve maintenant à plus de 2 mètres sous le niveau de la mer et quelques-unes de ces falaises ont jusqu'à 4 mètres de hauteur.

Une des tourbières de la Compagnie de Tourbe Fafard Ltée faisait l'objet du prochain arrêt. Les participants ont eu l'occasion

d'observer des sites abandonnés, où on a fait la coupe en bloc de la tourbe manuellement à partir de 1942. Des techniques modernes ont remplacé cette méthode d'extraction; ainsi plusieurs de ces sites furent récupérés et sont maintenant exploités à l'aide d'aspirateurs. Nous avons observé des sites non développés, aussi bien que des champs à différents stades de préparation pour la production, en plus du hersage, du ramassage de la tourbe sèche et de son empilement. Puisque cette tourbière est située à proximité de la mer, on y rencontre un problème particulier de drainage: le débit d'eau peut changer de direction dans les canaux de sortie, permettant ainsi à l'eau salée de contaminer la tourbe. C'est pourquoi on a du avoir recours à des stations de pompage pour évacuer l'eau des canaux collecteurs de drainage.

Le groupe s'est ensuite déplacé vers l'usine d'ensachage de la Compagnie de Tourbe Fafard Ltée., située à Inkerman Ferry. Les participants ont pu y observer les opérations de transport de la tourbe de la tourbière à l'usine, la décharge des camions, le tamisage pour éliminer les arbustes et autres corps étrangers et finalement la mise en sac de la tourbe compressée dans un rapport de 2:1. Les balles de tourbe de différentes grosseurs sont ensuite acheminées par convoyeur vers des camions pour l'expédition ou simplement vers les aires de stockage sur des terrains adjacents à l'usine.

La deuxième excursion a commencé par une visite des installations de Fisons Western Corp. situées sur l'île de Lamèque. Dans cette

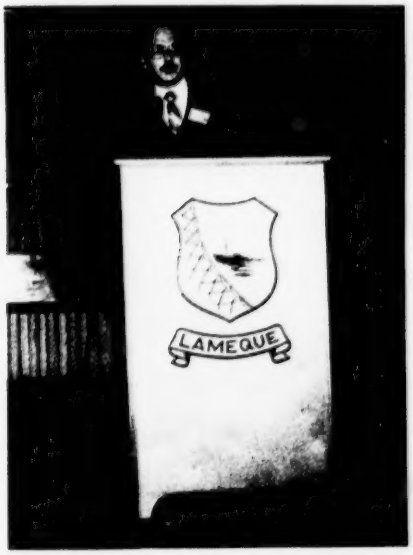
usine, on fait l'ensachage de la tourbe compressée dans un rapport de 3:1, en plus d'empaqueter du matériel séché et hautement compressé. Ceci s'effectue par un séchoir chauffé au mazout et une presse à briquettes, pour produire des disques de tourbe qui sont ensuite brisés avant la mise en sac. La diminution du coût de transport compense le coût additionnel qu'occasionne le séchage.

Le prochain arrêt s'est fait à La Tourbière St.Raphaël Ltée. Cette compagnie produit annuellement 200,000 sacs de six pieds cubes (170 litres) de tourbe.

La Mousse Acadienne Ltée faisait l'objet de notre dernière visite. En plus de la mise en sac, les participants ont pu observer la coupe en bloc de la tourbe. Quoique plus dispendieuse, cette méthode produit une bonne qualité de fibres, et en retour, cette qualité rapporte un meilleur prix de vente.

Les organisateurs du Symposium 82 sont grandement reconnaissants envers les gérants et le personnel des différentes compagnies pour leur coopération lors des visites. Les démonstrations d'équipement, en dehors des heures régulières de travail, ont permis aux participants d'avoir un excellent aperçu de l'industrie de la tourbe, et ceci, dans un bref laps de temps. Leur patience et leur compétence à répondre aux questions ont grandement contribué au succès de ces excursions de terrain.

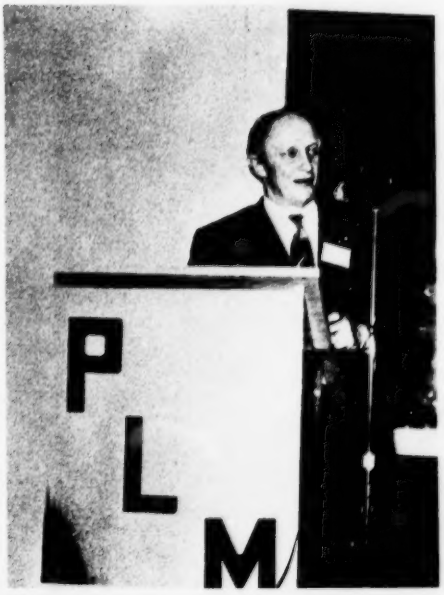
Site du Symposium 82 - CUS



Président du Symposium 82
Roland Cormier

Responsable de la programmation
Ted Tibbetts

Secrétaire du Symposium 82
Ron Sisk



Président de la SIT
Leo Heikurainen - Finlande

Président CNC-SIT
Bruce Graham

Recteur-adjoint du CUS
Jean-Guy Rioux

Présentation du résumé
technique
Esteban Chornet

Aperçu des kiosques

Quelques oiseaux rares

Lévesque, l'orateur

"Avez-vous quelque chose à nettoyer?"

drainage, est-ce écologique?

"...sapristi!"

Qui sera le dindon de la farce?

L'ATMOSPHERE DES EXCURSIONS

Coupe en bloc

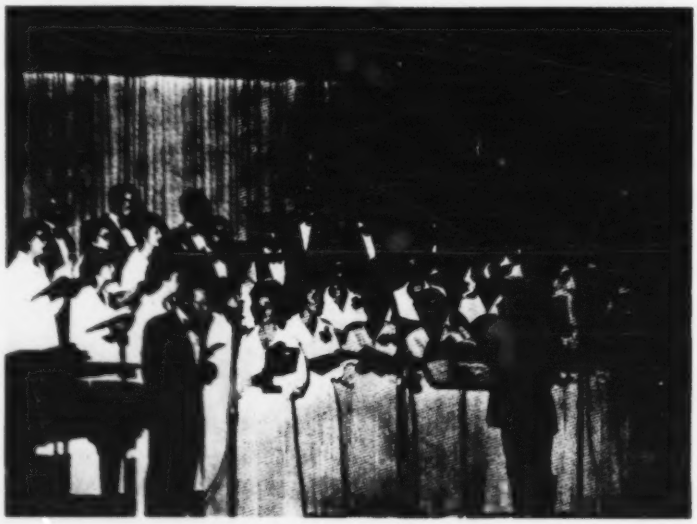
"Wow! as-tu vu ça?"

Tourbe compressée

Falaises de tourbe

Divertissement

Le chansonnier Donat Lacroix



La chorale Lafrance

COMITE ORGANISATEUR, ANIMATEURS, CONFERENCIERS

ET

LISTE DES DELEGUES

COMITE ORGANISATEUR

Roland Cormier, Président
Commission d'expansion économique
de la Péninsule Inc.
C.P. 940
TRACADIE, N.-B.
EOC 2BO

Ted Tibbetts, co-président
Conseil National de la recherche
1411 Oxford St.
HALIFAX, N.S.
B3H 3Z1

Ron Sisk, secrétaire
Société d'aménagement régionale
C.P. 20
BATHURST, N.-B.
E2Z 3Z1

Raymond Michaud
Ministère du Commerce et
du Développement
C.P. 6000
FREDERICTON, N.-B.
E3B 5H1

Al Lambert
Ministère du Commerce et
Développement
C.P. 6000
FREDERICTON, N.-B.
E3B 5H1

Livain Doiron
Ministère de l'expansion
économique régionale
C.P. 700
BATHURST, N.-B.
E2A 3Z6

Don Gemmell
Ministère des ressources naturelles
C.P. 6000
Fredericton, N.-B.
E3B 5H1

Gérard Raymond Mallet
Jiffy Products (N.B.) Ltd.
C.P. 434
SHIPPAGAN, N.-B.
EOB 2PO

Jean-Guy Rioux
Centre Universitaire de
Shippagan
C.P. 314
SHIPPAGAN, N.-B.
EOB 2PO

Dave Keys
Ministère des ressources
naturelles
C.P. 6000
FREDERICTON, N.-B.
E3B 5H1

ANIMATEURS D'ATELIERS ET CONFERENCIERS

RESUME TECHNIQUE

E. Chornet
Département de génie chimique
Université de Sherbrooke
Sherbrooke, Québec
J1K 2R1
(819) 565-4320

SESSION 1

T.E. Tibbetts
Conseil national de la recherche
1411 Oxford St.
Halifax, N.S.
B3H 3Z1
(902) 426-7532

H. Aurenz
ASB-Erdenwerke
Murer Weg 1, P.O.Box 60
D-7121 Pleidelsheim, West Germany
07144/2851 (Phone)

J. Boodley
199 Iradell Rd.
Ithaca, N.Y.
14850
(607) 272-6814

E. Bédard
Les Tourbières Premier Ltée
C.P. 482
Rivière-du-Loup, Québec
G5R 3Z1
(418) 862-6356

SESSION 2

D. Gemmell
Ministère des ressources naturelles
C.P. Box 6000
Fredericton, N.B.
E3B 5H1
(506) 453-2206

M. Lévesque
Agriculture Canada
Central Experimental Farm
Ottawa, Ontario
K1A OC6
(613) 995-5011

L. Heikurainen
University of Helsinki
Unioninkatu 40B
Helsinki 17, Finland
90-1924286

SESSION 3

H. Hirvonen
Environment Canada
Queen's Square
Dartmouth, N.S.
B2Y 2W6
(902) 426-4196

K. Clarke-Whistler
Beak Consultants
6870 Goreway Dr.,
Mississauga, Ontario
L4V 1P1
(416) 671-2600

K. McAloney
Ducks Unlimited
P.O. Box 61
Amherst, N.S.
B4H 3Y6
(902) 667-8726

J. Osborne
Environment Canada
P.O. Box 5037
St. John's, Nfld.
A1C 5V3
(709) 772-5488

SESSION 4

B. Graham
CNC/IPS President
54 St. Leonards Ave.
Toronto, Ontario
M4N 1K3
(416) 489-1382

D. Keys
Ministère des ressources naturelles
C.P. Box 6000
Fredericton, N.B.
E3B 5H1
(506) 453-2082

J. Jeglum
Great Lakes Forest Research
P.O.Box 490
Sault Ste. Marie, Ontario
P6A 5M7
(705) 949-9461

S. Pala
O.C.R.S.
880 Bay St.
Toronto,Ontario
M5S 1Z8
(406) 965-8411

SESSION 5

G. Mallet
Jiffy Products (N.B.) Ltd.
Parc Industriel de Shippagan
Shippagan, N.B.
EOB 2PO
(506) 336-2284

C. Breau
Tardif and Frère Inc.
62 boul. Cartier
Rivière-du-Loup, Québec
G5R 3Y4
(418) 862-7273

E. Myklebust
Jiffy Research and Service
10 Kaldbakken
Oslo 9, Norway

A. Brown
Jiffy Products of America
1400 Harvester
P.O. Box 388
West Chicago, Illinois
60185
(312) 231-3900

J. Grandmaison
Premier Peat Moss Ltd.
C.P. 482
Rivière-du-Loup, Québec
G5R 3Z1
(418) 862-6356

SESSION 6

M. Lévesque
Agriculture Canada
Central Experimental Farm
Ottawa, Ontario
K1A OC6
(613) 995-5011

M. Valk
Ontario Ministry of Food
and Agriculture
Holland Marsh
Kettleby, Ontario
LOG 1JO
(416) 775-3783

S. Mathur
Land Resource Research
Institute
Agriculture Canada
Ottawa, Ontario
K1A OC6
(613) 995-5011

J. Millette
Agriculture Canada
90 Lajeunesse
C.P. 457
St. Jean, Québec
J3B 6Z8
(514) 346-4494

L. Heikurainen
University of Helsinki
Unioninkatu 40 B
Helsinki 17, Finland
90-1924286

SESSION 7

E. Chornet
Université de Sherbrooke
2500 boul. Université
Sherbrooke, Québec
J1K 2R1
(819) 565-4320

W. Moores
Terra-Nova Power & Dev.Ltd.
3 Military Road
P.O.Box 5274
St. John's, Nfld.
A1C 5W1
(709) 753-9043

J. Brooks
Chemical Engineering Dept.
University of Maine
Rm 455, Aubert Hall
Orono, Maine
04469
(207) 581-7693

H. Hartung
Hartung Associates
803 N. 33rd. St.
Camden, N.J.
08105
(609) 966-2994

C. Fuschman
Bemidji State University
Bemidji, Minnesota
(218) 755-2000

SESSION 8

R. Sisk
C.I.C.
P.O.Box 20
Bathurst, N.B.
E2Z 3Z1
(506) 546-9981

B. Coupal
André Marsan et Associés Inc.
1210 Ouest rue Sherbrooke
Montréal, Québec
H3A 2S5
(514) 288-1332

W. Skaife
Skaife Method Inc.
4901 El Camino Real
Carlsbad, California
92008
(714) 729-9277

LISTE DES DELEGUES

-A-

Anderson, Sandy
N.S. Dept. Mines & Energy
P.O.Box 668
Halifax, N.S. B3J 2T3
CANADA
(902) 424-4575

Ankenmann, R.D.
Heirloom of Canada Ltd.
P.O.Box 460
CHESLEY, Ontario NOG 1LO
CANADA
(519) 363-2346

-B-

Bailey, Lawrence
Alberta Agriculture
9th Floor, Harley Court
10045-111 St.
Edmonton, Alberta, T5R 1K4
CANADA
(403) 427-4944

Balderacchi, John
Malpec Peat Moss Ltd.
P.O.Box 118
Rexton, N.B. EOA 2LO
CANADA
(506) 523-9294

Barnett, Donald E.
Mineral Development Branch
Dept. of Natural Resources
P.O.Box 6000
Fredericton,N.B. E3B 5H1
CANADA
(506) 453-2206

Beardmore, Roger
Environment Canada
Queen's Square
Dartmouth, N.S. B2Y 2N6
CANADA
(902) 426-4196

Beerli, Marc
André Marsan et Associés. Inc.
1210 Sherbrooke W.
Montréal,P.Q. H3A 1H7
CANADA
(514) 288-1332

Bernard, Joseph
Comptoir Agricole
Sabrevois Inc.
1635, Rte 133
Sabrevois, P.Q. JOJ 2GO
CANADA
(514) 346-9431

BERNARD, Roland
Ministère de
l'agriculture
Province du Nouveau-
Brunswick
1425 King St.
Bathurst, N.B. E2A 1S17
CANADA (506) 546-4469

Bérubé, Donald
Sogevex Inc.
Pointe Lebel, P.Q.
GOH 1NO
CANADA
(418) 589-6161

Beyeler, Jorg
J.D. Irving Limited
P.O.Box 1509
Juniper, N.B. EOJ 1PO
CANADA
(506) 246-5268

Boucher, Raymond
B.R.I.T.E.Q.
90, rue Frontenac
Rivière-du-Loup, P.Q.
GR5 1S8
CANADA (418) 867-1151

Boudreau, Charles
Université de Moncton
Moncton, N.B. E1A 3E9
CANADA (506) 858-4327

Boulet, Rodrique
C.R.I.Q.
333 Franquet
Ste-Foy, P.Q. G1V 4C7
CANADA (418) 653-1550

Branch, James
Fisons Western Corp.
P.O. Box 780
Lamèque, N.B. EOB 1VO
CANADA (506)336-2229

Bredessen, Eldore
Jiffy Research and Service
Stanseveien 9, Oslo 9
NORWAY 02 25 31 51

Broughn, Wayne
N.S. Mines & Energy
P.O.Box 668
Halifax, N.S. B3J WT3
CANADA
(902) 424-4575

Bruneau, Ian
Terra Nova Peat Ltd.
P.O.Box 5130
St. John's, Nfld. E1C 5V5
CANADA
(506) 452-3500

Burns, Tracy
Canadian Forestry Service
P.O.Box 4000
Fredericton, N.B. E3B 5P7
CANADA
(506) 452-3500

-C-

Cable, Tony
Golden Moss Farms Ltd.
P.O. Box 280
Evansburg, Alberta TOE OTO
CANADA
(403) 727-3615

Cahill, Ted
Dept. of Agriculture
Province of Nfld.
Brookville Road
Provincial Agr. Building
St. John's, Nfld. AIC 1R1
CANADA
(709) 737-3840

Calandriello, Angello
Salerno Transparent Bags Ltd.
2251 Lapierre
Lasalle, P.Q.
CANADA
(514) 366-3003

Chateauvert, Jean-Yves
Min. Energie & Ressources
Province du Québec
1620, boul. de l'Entente
Québec, Québec G1S 4N6
CANADA (418) 643-7513

Chiasson, Arcade
Tourbière de St-Raphael
Ltée.
C.P. 570
Lamèque, N.B. EOB 1VO
CANADA (506) 344-8530

Chiasson, Claude
B.R.I.T.E.Q.
90 rue Frontenac
Rivière-du-Loup
P.Q. GRB 1S8
CANADA (506) 344-2236

Chiasson, Edmond
La Tourbe de Piegeon-Hill
Ltée.
C.P. 639
Lamèque, N.B. 3OB 1VO
CANADA (506) 344-2236

Chiasson, Elphège
La Mousse Acadienne (79)
Ltée.
C.P. 570
Lamèque, N.B. EOB 1VO
CANADA (506) 344-2426

Chiasson, Florent, A.
Tourbière de Lamèque Ltée.
C.P. 570
Lamèque, N.B. EOB 1VO
CANADA (506) 344-8530

Chiasson, Gaetan
Ministère de
l'Agriculture
1425, King Avenue
Bathurst, N.B. E2A 1S7
CANADA (506) 546-4469

Chiasson, Hilaire
Centre du Jardin Lamèque
Ltée.
C.P. 42, Lamèque, N.B.
EOB 1VO CANADA
(506) 344-2286

CHIASSON, Laurie
Etudiant Univ. of N.B.
C.P. 241
Lamèque, N.B. EOB 1VO
CANADA
(506) 344-8046

Comeau, Gerald
Gulf Peat Co. Ltd
P.O. Box 537
Newcastle, N.B. E1Z 3T7
CANADA
(506) 622-4170

Corbeil, André
Verville Machine Shop
95 Montmagny
St. Bruno, P.Q. J3V 1A3
CANADA
(514 653-3802

Cormier, Roland
C.E.E.P.
C.P. 940
Tracadie, N.B. EOC 2BO
CANADA
(506) 395-2261

Courteau, Paul
Société d'ingénierie
Cartier Ltée.
2045 rue Stanley
Montréal, P.Q. H3C 3Z9
CANADA
(514) 286-3053

Curry, Solomon
Malpec Peat Moss Ltd.
P.O.Box 118
Rexton, N.B. EOA 2LO
CANADA
(506) 523-9294

Cyr, George
Fisons Western Corp.
Maisonnette, N.B. EOB 1XO
CANADA
(506) 727-3428

-D-

Daust, George L.
C.T.A.A.A.
31 St. Paul, P.O. Box 580
Alfred, Ontario KOB 1AO
CANADA
(613) 679-2218

Davis, Dallas W.
Consultant
500 Beaverbrook Ct.
Fredericton, N.B.
E3B 5X4
CANADA (506) 457-1601

Davis, Eric R.
94682 Canada Ltd.
P.O.Box 487 TMR
Montréal, P.Q. H3P 3C7
CANADA (514) 731-5125

Dawe, Edward R.
Northland Assoc. Ltd.
13 Prescott St.,
P.O.Box 1734
St. John's, Nfld.
A1C 5P5
CANADA (709) 754-2052

Després, Pierre
Enertourbe Inc.
719, rue Pedneault
St-Ludger de Minot, P.Q.
GOW 2BO
CANADA (418) 373-2462

DesRoches, Cyril
Gulf Island Peat Moss Co.
Foxley River, P.E.I.
GOB 1WO
CANADA (902) 831-2669

Dinel, Henri
Agriculture Canada
K.W. Neatby Bldg, C.E.F.
Ottawa, Ontario K1A 0C6
CANADA (613) 995-5011

Doiron, Livain
M.E.E.R.
C.P. 700
Bathurst, N.B. E2A 3Z6
CANADA
(506) 548-8907

Doiron, Réjean
Dept. of Natural Resources
P.O.Box 6000
Fredericton, N.B. E3B 5H1
CANADA
(506) 453-2082

Dubé, Gilles
B.R.I.T.E.Q.
90, rue Frontenac
Rivière-du-Loup, P.Q. G5R 1S8
CANADA
(418) 867-1151

Dupuis, Alonzo
Jiffy Products (N.B.) Ltd.
Parc Industriel
Shippagan, N.B. EOB 2PO
CANADA
(506) 336-2284

-E-

Endres, Henry
Annapolis Valley Peat
Moss Co. Ltd.
Berwick, N.S. BOP 1EO
CANADA
(902) 538-3696

-F-

Fafard, Hervé
Fafard Peat Moss Co. Ltd.
Inkerman, N.B. EOB 1SO
CANADA
(506) 336-2325

Fontaine, Bernard
Province of N.B.
P.O.Box 6000
Fredericton, N.B. E3B 5H1
CANADA
(506) 453-3608

-G-

Gélinas, Serge
Frederic Exploration Ltée.
265 St-François
St- Sévère, P.Q.
GOX 3BO
CANADA (819) 264-5608

Gillis, Don
DLI Products Ltd.
Mermaid, R.R. #5
Charlottetown, P.E.I.
C1A 7J8 CANADA
(902) 569-2668

Gorman, Douglas, E.
A.D.I. Limited
1115 Regent St.
Fredericton, N.B.
E3B 4Y2 CANADA
(506) 454-4491

Grant, Lawrence
Down East Peat Co.
P.O.Box 158
Newport, Me 04953
U.S.A.
(207) 368-2268

Gray, Royce
Down East Peat Co.
P.O.Box 158
Newport, ME 04953
U.S.A. (207) 368-2268

Griffiths, Susan
Shell Canada Ltd.
P.O.Box 400, Terminal A
Toronto, Ontario M5G 1E1
CANADA (416) 597-5665

Guilcher, Michael
Environment Canada
45 Alderney Drive
Dartmouth, N.S. B2Y 2N6
CANADA
(902) 426-6132

-H-

Haché, R.A.
Fafard Peat Moss Co.Ltd.
C.P. 70
SHIPPAGAN, N.B. EOB 2PO
CANADA
(506) 336-8978

Hakala, Reijo
Technopeak Inc.
P.O.Box 248
Dorion, Québec J7V 7J5
CANADA
(514) 455-6101

Hébert, Gilles
Fisons Western Corp.
C.P. 780
Lamèque, N.B. EOB 1VO
CANADA
(506) 336-2229

Henderson, Roderick
Dept. of Natural Resources
P.O.Box 6000
Fredericton, N.B. E3B 5H1
CANADA
(506) 453-2082

Holland, Robert
R.R. #3, Box 95, Site 8
Fredericton, N.B. E3B 5W9
CANADA
(506) 455-4641

Holterman, D.R.
D.R.E.E.
590 Brunswick
Fredericton, N.B. E3B 5A6
CANADA
(506) 452-3136

Hood, G.O.
Hood Mfg. Enterprises Ltd.
P.O.Box 19, Site 9, R.R.8
Edmonton, Alberta T5L 4H8
CANADA
(403) 470-1780

Howe, Terry
Saskatchewan Minerals
P.O. Box 790
Carrot River, Sask.
SOE OLO
CANADA (306) 768-2794

Hullman, A.E.A.
Strenge Co.
Möwenweg 20
D 2903 Badzwischenahn
WEST GERMANY
04403-8686

-J-

Jesske, Rick
Ball Seed Co.
250 Town Road
West Chicago, Illinois
060185 U.S.A.
(312) 231-3500

Joly, Jean-Louis
Gouvernement du Québec
2360 Chemin Ste. Foy
Ste-Foy, Québec G1V 4H2
CANADA (418) 643-3635

-K-

Kennedy, John
Dept. of Regional
Economic Expansion
P.O. Box 8950
St. John's, Nfld.
A1B 3R9
CANADA (709) 772-4920

Kent, Clair
Washburn & Gillis
Associates Ltd.
70 York
Fredericton, N.B.
E3B 3N5
CANADA (506) 454-0213

Krantz, Gilbert
Saskatchewan Minerals
P.O.Box 120
Chaplin, Sask. SOH OVO
CANADA (514) 395-2561

Kukkonen, Erkki
Techopeat Inc.
P.O.Box 248
Dorion, Québec G7V 7J5
CANADA

-L-

Lafrenière, Nick
Gulf Peat Co.Ltd.
43 Gables Court
Montreal, Québec H9W 5H3
CANADA
(514) 697-3123

Landry, Dollard
Conseil économique du N.B. Inc.
Suite 314, 236 rue St.Georges
Moncton, N.B. ELC lWL
CANADA
(506) 382-5134

Lees, Dr. John C.
Canadian Forestry Service
P.O.Box 4000
Fredericton, N.B. E3B 5P7
CANADA
(506) 452-3500

Lucas, Robert
3827 Dobie Road
Okemos, MI 48864
U.S.A.
(517) 349-1805

Lussier, Danielle
C.A.P.P.A.
C.P. 120
Bas-Caraquet, N.B. EOB lEO
CANADA (506) 727-4404

-M-

MacMillan, Ernest
Miramichi Region Dev. Corp.
155 Pleasant St.
Newcastle, N.B. ElV lY3
CANADA (506) 622-7890

MacQuarrie
DLI Products Ltd.
Mermaid
R.R. #5
Charlottetown, P.E.I.
ClA 7J8
CANADA (902) 569-2668

Maine, Dr. Frank
Frank Maine Consulting
Ltd.
71 Sherwood Dr.
Guelph, Ontario NlE 6E6
CANADA
(519) 823-1465

Mankinen, Bill
Monenco Ontario Limited
2 St. Clair Ave. East
Toronto, Ontario
M4T 2T5
CANADA (416) 961-4590

Marchand, Darrell
Inst. Env. Studies
University of Toronto
Toronto,Ontario
M5S lA4
CANADA (416) 978-5070

McDonald, Ed
Salerno Transparent
Bags Ltd.
2251 Lapierre
Lasalle, P.Q.
CANADA (514) 366-3003

Mecking, Bernd-Georg
Heveco Ltd.
Am Schlart 10
2903 Bad Zwischenahn
WEST GERMANY
(4403 3565

Michaud, Chanel
Banque Nationale
C.P. 650
Tracadie, N.B. EOC 2BO
CANADA (506) 395-2281

Michaud, Livain
Univ. d'Ottawa (étudiant)
C.P. 3125, Station D
Ottawa, Ontario K1P 6H7
CANADA (613) 523-5593

Michaud, Raymond
N.B.C. & D.
C.P. 6000
Fredericton, N.B. E3B 5H1
CANADA
(506) 453-3649

Millar, Tom
Eastern Shore Dev. Commission
P.O.Box 129
Musquodoboit Harbour, N.S.
BOJ 2LO CANADA
(902) 889-3333

Morin, Bernard
Jiffy Products (N.B.) Ltd.
Shippagan, N.B. EOB 2PO
CANADA
(506) 336-4529

Morita, H.
Chem. & Biol. Res. Inst.
Experimental Farm
Ottawa, Ontario K1A 0C6
CANADA
(613) 995-3700

Mourant, Julien
Burnt Church Peat Moss
Shippagan, N.B. EOB 2PO
CANADA
(506) 336-2312

Murray, Aeneas
Mahemigew Inc.
Lennox Island, P.E.I. 1cOB 1PO
CANADA

-N-

Nason, Elton N.
Down East Peat Co.
P.O.Box 158
Newport, ME 04953
U.S.A. (207) 368-2268

-O-

O'Brien, Gerry
Dept. of Commerce & Dev.
P.O. 6000
Fredericton, N.B. E3B 5H1

-P-

Paquet, Rénald
PMC Machine Shop
C.P. 474
Shippagan, N.B. EOB 2P9
CANADA (506) 336-4703

Parent, Leon E.
Agriculture Canada
C.P. 457
St.Jean -sur Richelieu,P.Q.
J3B-6Z8
CANADA
(514) 346-4494

Perry, Wayle L.
Smith Brokerage Ltd.
P.O.Box 1166
St. John, N.B. E2L 4G5
CANADA
(514) 652-3100

Petterson, Reidar
Swedish Peat Co.
P.O. Box 152
Sösdala, SWEDEN, 28010
0451-640 70

Puhacz, Ed
Fisons Western Corp.
Maisonnette, N.B.
EOB 1XO CANADA
(506) 1727-2428

-R-

Rees, David, G.
Noval Technologies Ltd.
P.O.Box 37,
Atlantic Place
St. John's, Nfld.
A1C 6C9
CANADA (709) 722-0359

Regier, Cort
Peatco Technology Inc.
P.O.Box 332
Chilliwack, B.C. V2P 6J4
CANADA (604) 858-5121

Rioux, Jean-Guy
C.U.S.
C.P. 314
Shippagan, N.B. EOB 2PO
CANADA
(506) 336-4200

Roy, Roger
Les Equipements Tardifs Inc.
55 Rang 1 St-Antonin
Cte. Rivière-du-Loup, P.Q.
GOL 2JO CANADA
(418) 862-7574

-S-

Schmitt, Mark D.C.
S.U.N.Y., College of
Environmental Science & Forestry
Syracuse, New York 13210
U.S.A. (315) 470-6775

Sjursen, Ornulf
Jiffy Products
Stan Sevelen 9
Oslo 9, NORWAY

Smith, James S.
Northern Peat & Moss Co.
New Pitsligo
Aberdeenshire, SCOTLAND
077982 221

Sproule, Paul
Olds. College
Olds., Alta TOM 1PO
CANADA
(403) 556-2245

Sterckeman, Bruno
Manitoba Peatland Farming
Assoc. Inc.
P.O. 760
Steinback, Manitoba ROA 2AO
CANADA (204) 326-3544

Sweetser, Thomas, C.
Down East RC & D Area
P.O.Box 210
Cherryfield, Maine 04622
U.S.A. (207) 546-2368

-T-

Tardif, Jean-Rock
Tardif & Frères Inc.
62 boul. Cartier
Rivière-du-Loup, P.Q.
G5R 3Y4 CANADA
(418) 862-7273

Tardif, Léonard
Les Equipements
Tardif Inc.
55, RR1 St-Antonin
Rivière-du-Loup, P.Q.
FOL 2JO
CANADA
(418) 862-7574

teRaa, John
P.E.I. Energy Corp.
P.O.Box 2000
Charlottetown, P.E.I.
C1A 7N8 CANADA
(902) 892-1051

Thériault, Hébert
Ecole Marie-Esther
C.P. 404
Shippagan, N.B.
EOB 2PO CANADA
(506) 336-8181

Thériault, Isaac J.
Thériault & Hachey Peat
Moss Ltd.
R.R. #1
Baie Ste Anne, N. B.
EOC 1AO CANADA
(506) 228-4530

Thériault, Jean-Yves
Ville de Caraquet
C.P. 115
Caraquet, N.B. EOB 1KO
CANADA
(506) 727-3150

Thériault, Louis J.
Thériault & Hachey Peat
Moss Ltd.
R.R. #1
Baie Ste. Anne, N.B. EOC 1AO
CANADA (506) 228-4530

Thériault, Michel
CAPPA
C.P. 120
Bas-Caraquet, N.B. EOB 1EO
CANADA (506) 727-4404

Toth, Jozsef
Univ. of Alberta,
Dept. of Geology
Edmonton, Alta. T6G 2E3
CANADA
(403) 432-2178

Trudel, Gilles
Cap Excavation Inc.
188 Boul. Pie XII
Cap-de-la-Madeleine, P.Q.
G8T 1P9 CANADA
(819) 376-4681

Trudel, Jérome
Cap Excavation Inc.
188 boul. Pie XII
Cap-de-la-Madeleine, P.Q.
G8T 1P9 CANADA

Turchenek, Larry W.
Alberta Research Council
4445 Calgary Trail
6th Floor, Terrace Plaza
Edmonton, Alta T6H 5R7
CANADA (403) 438-1555

-V-

Valen-Sendstad, Ola
Herrenyr Torv &
Huminal Fabrikk
2150 Aarnes
NORWAY
47-2-909505

Van Lierop, Dr. W.
Soil Research Service
2700 Einstein Street
Ste-Foy, P.Q. G1P 3W8
CANADA
(418) 643-2334

Violette, Murillo
C.E.E.P.
C.P. 863
Tracadie, N.B. EOC 2BO
(506) 395-2261

-W-

Wells, Dr. Doyle
Environment Canada
P.O.Box 6028
St. John's, Nfld.
CANADA (709) 772-4802

Whalen, Philip
N.B. Power Corp.
527 King Street
Fredericton, N.B.
E3B 4X1 CANADA
(506) 453-4440

Williamson, John
Energy Secretariat
Province of New Brunswick
P.O.Box 6000
Fredericton, N.B. E3B 5H1

Wishart, Myles
Hevco Ltd.
P.O.Box 30
Tabusintac, N.B.
CANADA
(506) 779-9277

Woerfel, Guenter
ASB Canada Ltd.
Pointe Sapin, N.B.
EOA 2AO
CANADA
(506) 876-3937

COLLABORATEURS

La Commission d'expansion économique de la Péninsule et le Comité national canadien-Société internationale de la tourbe désirent remercier et faire connaître les sources suivantes de support et d'aide financière pour organiser le symposium 1982.

- Canada/N.-B. l'Entente auxiliaire sur le nord-est du Nouveau-Brunswick
- Le Conseil national de recherches du Canada
- Fisons-Western Corporation
- La Banque Fédérale de Développement
- La Banque national du Canada
- La Banque de Nouvelle-Ecosse
- La Compagnie W.H. Crandall & Associates (Management) Ltd.
- La Mousse Acadienne (1979) Ltée
- La Société Jiffy Products (N.-B.) Ltd.
- La Société Lavalin
- La Tourbière de Lamèque
- La Tourbière de Stl-Raphael Ltée
- La Ville de Caraquet
- La Ville de Lamèque
- La Ville de Shippagan
- Le ministère de l'Expansion économique régionale/IC (Canada)
- Le ministère du Commerce et du Développement (N.-B.)
- Le ministère de ressources naturelles (N.-B.)
- La Société d'aménagement régionale (N.-B.)
- L'Université de Moncton, Campus de Shippagan

LISTE PARTIELLE DES TERMES UTILISES (FRANCAIS-ANGLAIS)

Dans le but d'aider à la compréhension, nous avons cru bon de joindre au présent document une liste partielle des termes que nous avons utilisés dans sa traduction avec leurs équivalents anglais. Nous nous sommes restreints aux termes principaux qui pourraient poser des problèmes au lecteur. Il s'agit surtout de termes se rapportant à la tourbe et aux tourbières, ainsi qu'à leurs domaines d'utilisation. Aussi inclus sont des termes techniques et de nature générale.

A la suite de chaque équivalent anglais, se retrouve entre parenthèses, le numéro de la source d'information. Ces numéros correspondent à ceux des "Ouvrages et services consultés", qui fait suite à cette liste. L'abbréviation (Dict.) signifie que le terme provient d'un dictionnaire général, (Ch.), de divers volumes de chimie, tandis que la mention (Adap.) signifie que le terme français a été adapté par le traducteur, suite à des recherches. Ces derniers termes ne sont donc pas officiellement reconnus.

TERME FRANCAIS	EQUIVALENT ANGLAIS	SOURCE
Abatteuse-groupeuse	Feller-buncher	(34, 35)
Aménagement forestier des tourbières	Peatland forestry	(Adap.)
Agent mouillant	Wetting agent	(24)
Argile alluviale	River clay	(11)
Argile grasse, lourde	Heavy clay	(1, 2, 11)
Argile limoneuse	Silty clay	(1, 2, 11)
Argile maigre, légère	Light clay	(11)
Argile sédimentaire	Sea clay	(11)
Barrage d'irrigation	Irrigation weir	(Adap.)
Bassin hydrographique	Catchment basin	(Dict.)
Bog	Bog	(23)
Canaux principaux	Collector ditches	(Adap.)
Capacité au champ	Field capacity	(1, 2, 25)
Capacité de retention d'eau	Water holding capacity	(1, 2)
Capacité d'excavation	Digging pull	(Adap.)
Carex (aussi laîches)	Sedge	(27)
C.E.C. (Capacité d'échange cationique)	C.E.C. (Cationic exchange capacity)	(1, 2)
Ceinture ou zone argileuse	Clay belt	(12)

Charrue fossoyeuse	Ditching plow	(Adap.)
Charrue à disques	Disk plow	(Adap.)
Chlorose	Chlorosis	(Dict.)
Cisaillement	Shearblading	(Adap.)
Coefficient de compaction	Packing coefficient	(Adap.)
Coupe(r) à blanc	Clear cut(ting)	(22)
Coupe d'arbres entiers (méthode de)	Full tree logging	(22)
Coupe de couloirs (pendant l'été)	(Summer) corridoring	(Adap.)
Coupe par bandes	Strip cutting	(22)
Coupe de régénération ou coupe avec réserve de semenciers	Seed tree cutting	(22)
Coupe progressive	Shelter-wood cutting	(22)
Culture en récipients	Container growing	(6)
D.B.O (demande bio-chimique d'oxygène)	B.O.D. (Biochemical or biological oxygen demand)	(Ch.)
D.C.O. (demande chimique d'oxygène)	C.O.D. (Chemical oxygen demand)	(Ch.)
Débusquer	(to) Skid	(22)
Débusqueuse	Skidder	(34, 35)

Densité apparente	Bulk density	(1, 2, 25)
Dormance	Dormancy	(6)
Ebouter	Topping	(22)
Ensemencement en motte	Plug seeding	(6)
Excavateur/trice	Digger	(Dict.)
Exploitation par découverte	Strip mining	(30)
Extraction de la tourbe	Peat mining, p. harvesting, p. extraction	(18, Dict.)
Fen	Fen	(23)
Humisol	Humisol	(11)
Hypne, hypnacée	Hypnum, feather moss	(25)
Laîche au carex	Sedge	(27)
Lame de cisaille	Shear blade	(Adap.)
Limon, dépôt alluvial	Silt	(1, 2)
Linaigrette	Cotton grass	(27)
Lit de semence	Seed bed	(Adap.)
Loam	Loam	(1,2)
Loam argileux	Clay loam	(1,2)
Loam limono-argileux	Silty clay loam	(1,2)
Marais	Marsh	(23)
Marcottage	Layering	(Dict.)
Marécage	Swamp	(23)
Mésisol	Mesisol	(11)
Milieu de culture	Growing medium, substrate	(Dict.)

Modelé	Landform	(1,2)
MST (matières en suspension totales)	T.S.S. (Total suspended solids)	(Ch.)
Nappe phréatique	Water table	(1,2)
Nutriment, élément nutritif	Nutrient	(Dict.)
Oligo-élément	Micronutrient, trace element	(1,2)
Pergélisol	Permafrost	(1,2)
Pessière	Spruce forest	
Peuplement	Stand	(22)
Phragmites ou roseau	Reed	(27)
Platière à épinette	Spruce flat	(Adap.)
Production en motte	Plug production	(6)
Production en récipients	Container production	(6)
Pédologie	Soil science, pedology	(1,2)
Reboisement	Afforestation	(22)
Régime hygrométrique	Moisture regime	(Dict.)
Repiquer	Plant out, transplant	(Dict.)
Réserve de semenciers en groupe	Group seed tree (method)	(22)
Récupération	Reclamation	(Dict.)
Rétrocaveuse	Backhoe	(30)
Roseau	Reed	(27)

Sable limoneux	Loamy sand	(1,2)
Sac de croissance	Grow bag	(Adap.)
Sauvagine	Waterfowl	(Dict.)
Seepage	Seepage	(23)
Semenciers	Seed source	(22)
Semis	Seedling	(22)
Semoir en ligne	Row seeder	(Adap.)
Subsidence	Subsidence	(Dict.)
Substrat (de culture)	(growing) Substrate,medium	(Dict.)
Sylviculture	Forestry	(Dict.)
Talus à épinette	Spruce slope	(Adap.)
Tampon	Buffer	(Dict.)
Terres humides	Wetlands	(23)
Terre noire (sol organique très décomposé)	Muck (soil)	(1,2)
Tourbe combustible	Fuel peat	(Adap.)
Tourbière(s)	Peatland(s)	(23)
Tourbière bombée	Domed Bog	(11)
Tourbière en couverture	Blanket Bog	(11)
Tourbière ombrotrophe	Bog	(23)
Tourbière résiduelle	Cut-away peat	(Adap.)
Turbification	Paludification (avec formation de tourbe)	(12)
Vitesse de percolation	Percolation rate	(1,2)

Zone argileuse	Clay belt	(12)
Zone de transition entre deux habitats	Edge habitat	(Adap.)

OUVRAGES ET SERVICES CONSULTES

1. AGRICULTURE CANADA
   1978: Glossaire des termes de la science des sols. Publication 1459, Approvisionnements et Services Canada, Ottawa, 44 p.

2. AGRICULTURE CANADA
   1978: Glossary of terms in Soil Science. Publication 1459, Supply and Services Canada, Ottawa, 44 p.

3. BANFIELD, A.W.
   1975: Les mammifères du Canada. Les Presses de l'Université Laval, Québec, 406 p.

4. BAULIG, H.
   1970: Vocabulaire franco-anglo-allemand de géormorphologie. Editions Ophrys, Paris, 241 p.

5. BLAIR, C.L. et SIMPSON, R.I. TRADUIT PAR LAPIERRE, R. et LAPIERRE, S.
   1970: Le paysage canadien. Etude de cartes topographiques et interprétation de photographies aériennes, Les Editions FM, Montréal, 172 p.

6. BUREAU DE TRADUCTION, MINISTERE DES APPROVISIONNEMENTS ET SERVICES
   Fredericton, Communication personnelle.

7. CANADA DEPARTMENT OF AGRICULTURE
   1974: The system of Soil Classification for Canada. Publication 1455, Information Canada, Ottawa, 255 p.

8. CANADIAN WILDLIFE SERVICE
   1980: Wetlands. Where we live, Supply and Services Canada. 5p.

9. CLAS, A.
   1980: Guide de la correspondance administrative et commerciale. McGraw-Hill, Toronto, 245 p.

10. COLLINS, J. et ROBERT, P.
    1980: Dictionnaire français-anglais, anglais-français. Collins Publishers, Don Mills,Ontario, 1498 p.

11. COMMISSION CANADIENNE DE PEDOLOGIE,COMITE DE LA CLASSIFICATION DES SOLS
1978: Le système canadien de classification des sols. Agriculture Canada, publication 1646, Approvisionnements et Services Canada, Ottawa,170 p.

12. DIRECTION DE LA TERMINOLOGIE, BUREAU DES TRADUCTIONS
Ottawa, Communication personnelle.

13. DIRECTION GENERALE DE LA TERMINOLOGIE ET DE LA DOCUMENTATION, BUREAU DES TRADUCTIONS, SECRETARIAT D'ETAT.
1972: Vocabulaire général. Bulletin de terminologie no. 147 (anglais-français), 7 facicules, Approvisionnements et Services Canada, Hull, Québec.

14. DIRECTION GENERALE DE LA TERMINOLOGIE ET DE LA DOCUMENTATION, BUREAU DES TRADUCTIONS, SECRETARIAT D'ETAT.
1974: Flore du Canada. Bulletin de terminologie No. 156 (anglais-latin-français), Approvisionnements et Services Canada, Hull, Québec, 631 p.

15. DUBOIS, M.-M.
1981: Dictionnaire moderne français-anglais anglais-français. Librairie Larousse, Collection Saturne, Paris, 782 p.

16. DUCHESNAY, E.J.
1972: Les mammifères du Québec. Editions Hurtubise, Montréal, 123 p.

17. FOTH, H.D.
1970: A Study of Soil Science, Lamotte Chemical Products Company, Maryland, U.S.A. 44 p.

18. GAGNON, G.
1979: Profil socio-économique régional de l'industrie de la tourbe. B.R.I.T.E.Q., Rivière-du-Loup, 28 p.

19. GODFREY, W.E.
1972: Encyclopédie des oiseaux du Québec. Les Editions de l'homme, Montréal, 663 p.

20. GODFREY, W.E.
1967: Les Oiseaux du Canada. Imprimeur de la Reine, Ottawa, 506 p.

21. HOSIE, R.C.
1972: Arbres indigènes du Canada. Service Canadien des forêts, ministère de l'Environnement. Ottawa, 383 p.

22. HUDON, J.-E.
1946: Vocabulaire forestier I - français-anglais II - anglais-français. Edition La Forestière, Québec, 502 p.

23. JACQUES, D. et HAMEL, C.
1982: Système de classification des terres humides du Québec. Ministère du Loisir , de la Chasse et de la Pêche, Direction générale de la faune, Québec, 131 p.

24. L'ENERGIE ATOMIQUE DU CANADA, LIMITEE.
1971: Dictionnaire technique anglais-français. Information Canada, Ottawa, 155 p.

25. LEVESQUE, M., MORITA, H., SCHNITZER, M. et MATHUR, S.P.
1981: Les propriétés physiques, chimiques et morphologiques de quelques tourbes du Québec et de l'Ontario. Agriculture Canada, Direction générale de la recherche, Ottawa, 74 p.

26. MANSION, J.E.
1968: Harrap's Standard French and English Dictionary, Part 2, English-French, George G. Harrap & Company Ltd., Toronto, 1539 p.

27. MARIE-VICTORIN, FRERE
1964: Flore laurentienne. Les Presses de l'Université de Montréal, Montréal, 925 p.

28. OUELLET, H. et COOK, F.R.
1981: Les noms français des amphibiens et reptiles du Canada: une liste provisoire. Syllogeus no. 32, Musée des Sciences naturelles et Musées nationaux du Canada, Ottawa, 7 p.

29. ROBERT, P.
1983: Le petit Robert 1. Le Robert, Paris, 2172 p.

30. ROMANIUK, A.S. et SLOWIKOWSKI, I.
1980: English-French Glossary of Mining and Related Terms/Glossaire français-anglais des termes miniers et du vocabulaire connexe. CANMET Rapport 80-21, Approvisionnements et Services Canada, Hull, 77 p.

31. SCOTT, W.B.
1972: Freshwater Fishes of Eastern Canada. University of Toronto Press, Toronto, 137 p..

32. SERVICE CANADIEN DE LA FAUNE
1980: Les milieux humides. Là ou nous vivons, Approvisionnements et Services Canada, Ottawa, 5 p.

33. SERVICE CANADIEN DE LA FAUNE
1972: Noms des oiseaux du Canada, Noms français anglais et scientifiques. Publication hors-série numéro 2. Information Canada, Ottawa 32 p.

34. SICARD-LUSSIER, T.
1982: Mécanisation forestière I. Néologie en marche, numéro 32, Office de la langue française, Gouvernement du Québec, Québec, 196 p.

35. SICARD-LUSSIER, T.
1982: Mécanisation forestière II. Néologie en marche, numéro 33, Office de la langue française, Gouvernement du Québec, Québec, 242 p.

36. SYLVAIN, F.
1977: Dictionnaire de la comptabilité. L'Institut Canadien des Comptables Agrées, Toronto. 258 p.

37. VANDEN BERGHEN, C.
1966: Initiation à l'étude de la végétation. Les Naturalistes Belges, Editions N. Boubée et Cie, Paris, 163 p.